

abenge

volume 23 - número 1

ISSN 0101-5001

junho de 2004

REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

- 1 O PERFIL DO ENGENHEIRO E SEU TRABALHO
Maria Isabel Timm, Fernando Schnaid, Jorge Campos da Costa
- 11 OS VENTOS DAS MUDANÇAS: SIMBIOSE ENTRE ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO
Dayr Américo dos Reis, Paulo Afonso Lopes da Silva
- 17 REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DA ENGENHARIA NO CONTEXTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA
Paulo Márcio da Silveira
- 25 PROJETO PEDAGÓGICO UMA INCÓGNITA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA
Rosa Maria Bittencourt, Tânia Cristina A. M. de Azevedo
- 34 A CONTRIBUIÇÃO DA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA PARA O ENSINO DE ENGENHARIA
Cristiane Neli de Carvalho Carpinteiro & Rita de Cássia M. Trindade Stano
- 41 APRENDER A PENSAR E APRENDER A EMPREENDER: UMA ABORDAGEM EPISTEMOLÓGICA DA ENGENHARIA
José Remigio Soto Quevedo, Sergio Scheer
- 50 ABORDAGEM SOCIOLÓGICA À EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: EM BUSCA DOS FUNDAMENTOS
João José Evangelista Rabelo
- 63 UMA EXPERIÊNCIA COM A PBL NO ENSINO DE ENGENHARIA SOB A ÓTICA DOS ALUNOS
Luis Roberto de Camargo Ribeiro, Edmundo Escrivão Filho & Maria da Graça Nicoletti Mizukami
- 72 PLANO DE DIRETRIZES ESTRATÉGICAS DO PROMOVE



Associação Brasileira de Ensino de Engenharia



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ENGENHARIA

Presidente

Pedro Lopes de Queirós, UFRN

Vice-Presidente

Maria José Gazzi Salum, UFMG

Vice-Presidente

José Alberto dos Reis Parise, PUC-Rio

Diretor-Secretário

Nilza Luiza Venturini Zampieri, UFSM

Diretor-Financeiro

João Sérgio Cordeiro, UFSCar

REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA PUBLICAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ENGENHARIA

Vol. 23, nº1, junho de 2004
ISSN 0101-5001

Editor

Benedito Guimarães Aguiar Neto, UFCG

Conselho Editorial

Ana Maria Castanheira - MACKENZIE

Arquimedes Diógenes Ciloni - UFU

Benedito Guimarães Aguiar Neto - UFCG

Benedito Antônio Luciano - UFCG

Cícero Onofre de Andrade Neto - UFRN

Edgar Nobuo Mamiya - UnB

Eduardo Giugliani - PUC-RS

Enilson Medeiros dos Santos - UFRN

Ernesto A. Urquieta Gonzalez - UFSCar

Fernando Tadeu Boçon - UFPR

Helcio R. B. Orlande - UFRJ

Helói José Fernandes Moreira - UFRJ

João Bosco da Silva - UFRN

José Alberto dos Reis Parise - PUC-Rio

Julio Alberto Nitzke - UFRS

Luiz Paulo Mendonça Brandão - IME

Marcus F. Giorgetti - UFSCar

Marcos Azevedo da Silveira - PUC-Rio

Maria José Gazzi Salum - UFMG

Mário de Souza Araújo - UFCG

Mário Neto Borges - UFSJ

Maura Corcini Lopes - UNISINOS

Milton Vieira Júnior - UNIMEP

Nival Nunes de Almeida - UERJ

Reinaldo Calixto de Campos - PUC-Rio

Sandoval Carneiro Ferreira - UFRJ

Silvia Costa Dutra - UNISINOS

Vanderli Fava de Oliveira - UFJF

Walter Antonio Bazzo - UFSC

Design gráfico

Uchôa Design

Editoração Eletrônica

Renato de Oliveira Fernandes

Impressão

Natal Gráfica

INFORMAÇÕES GERAIS

A Revista de Ensino de Engenharia é uma publicação semestral da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia - ABENGE, destinada à divulgação de trabalhos abordando aspectos didático-pedagógicos, científicos, tecnológicos, profissionais, políticos e administrativos concernentes à educação em engenharia

Os assuntos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade dos seus autores. A menção eventual de marcas ou produtos comerciais não significa recomendação da revista.

GENERAL INFORMATION

Revista de Ensino de Engenharia is published every semester by the Brazilian Association of Engineering Education and is devoted to the dissemination of articles on education. It is concerned with various aspects of education, including pedagogical, scientific, technological, professional, political and administrative issues.

The articles published in this Journal are the sole responsibility of their authors. Mention, on an eventual basis, of brands and products does not indicate any form of endorsement by the Journal.

Associação Brasileira de Ensino de Engenharia ABENGE

Av. W-3 Norte Quadra 516

70770-515 Brasília - DF

Fone: (0xx61) 347.0773 Fax: (0xx61) 272.2661

abenge@tba.com.br

Revista de Ensino de Engenharia

Envio de trabalhos para o endereço:

rabenge@cct.ufcg.edu.br

Tiragem

2.000 exemplares

Distribuição

Enviada a todos os associados da ABENGE e demais órgãos vinculados ao Ensino de Engenharia.

abenge

volume 23 - número 1

ISSN 0101 - 5001

junho de 2004

REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

- Maria Isabel Timm, Fernando Schnaid,
Jorge Campos da Costa **1** O PERFIL DO ENGENHEIRO E SEU
TRABALHO
- Dayr Américo dos Reis,
Paulo Afonso Lopes da Silva **11** OS VENTOS DAS MUDANÇAS: SIMBIOSE
ENTRE ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO
- Benedito Antonio Luciano &
Talvanes Meneses Oliveira **17** REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DA
ENGENHARIA NO CONTEXTO DA
EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA
- Paulo Márcio da Silveira **25** PROJETO PEDAGÓGICO UMA INCÓGNITA
PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA
- Rosa Maria Bittencourt,
Tânia Cristina A. M. de Azevedo **34** A CONTRIBUIÇÃO DA BIBLIOTECA
UNIVERSITÁRIA PARA O ENSINO DE
ENGENHARIA
- Cristiane Neli de Carvalho Carpinteiro &
Rita de Cássia M. Trindade Stano **41** APRENDER A PENSAR E APRENDER A
EMPREENDER: UMA ABORDAGEM
EPISTEMOLÓGICA DA ENGENHARIA
- José Remigio Soto Quevedo, Sergio Scheer
João José Evangelista Rabelo **50** ABORDAGEM SOCIOLÓGICA À EDUCAÇÃO
EM ENGENHARIA: EM BUSCA DOS
FUNDAMENTOS
- Luis Roberto de Camargo Ribeiro,
Edmundo Escrivão Filho &
Maria da Graça Nicoletti Mizukami **63** UMA EXPERIÊNCIA COM A PBL NO ENSINO
DE ENGENHARIA SOB A ÓTICA DOS ALUNOS
- 72** PLANO DE DIRETRIZES ESTRATÉGICAS DO
PROMOVE
-

O PERFIL DO ENGENHEIRO E SEU TRABALHO

Maria Isabel Timm¹, Fernando Schnaid², Jorge Campos da Costa³

RESUMO

O trabalho reflete sobre uma possível enumeração de características cognitivas relacionadas ao engenheiro e ao trabalho de Engenharia, com base na descrição de autores da própria Engenharia, como Florman (1994-96), Mer (2003) e Ferguson (1994), bem como em observações das Ciências Cognitivas, em particular na obra *Como a mente funciona*, de Steven Pinker (1998). Concomitantemente, reflete sobre um possível estereótipo do perfil do engenheiro contemporâneo, supostamente pouco criativo, excessivamente pragmático e prioritariamente calculador, examinando algumas possíveis causas culturais desse estereótipo, bem como evidências, causas e conseqüências da maior ou menor plausibilidade dessas afirmações, na identidade dos engenheiros, em sua formação, inserção e prestígio na sociedade que integram.

Palavras-Chaves: perfil cognitivo do engenheiro, ensino de Engenharia, epistemologia da Engenharia, imagem cultural do engenheiro, Ciências Cognitivas

ABSTRACT

This article suggests a possible list of cognitive features related to the engineers and the practice of Engineering, based on authors who are directly connected with this profession, like Florman (1994-96), Mer (2003) e Ferguson (1994), as well as based on Cognitive Sciences approaches, in particular Steven Pinker's book *How the mind works* (Pinker, 1988). The article also reflects about some kind of cultural pattern attributed to contemporary engineers, who should be, according to this model, presumably creativenessless, too much pragmatic and only calculation oriented. We try to foccus on possible cultural causes for this image; and on evidences, causes and consequences of these kind of statement, possibly printed in engineers identity through their education, in the engineers social and cultural prestige.

Key-words: Engineering education, cognitive science, cognitive profile, epistemologie of Engineering, engineers, cultural, image

INTRODUÇÃO

A Engenharia é uma atividade que pode ser identificada, descrita e caracterizada em qualquer cultura, de qualquer tempo histórico e de qualquer geografia, mesmo quando ainda não tinha recebido essa designação, na pré-História ou antes do Século XVIII. Esta onipresença, facilmente identificável e compreensível, permitiu que a Engenharia tenha sido definida por Florman (1994/1996) como um *impulso inato* da espécie humana, em absolutamente todas as culturas, sem exceção. A inserção e o prestígio social daqueles profissionais que exercem esta atividade, entretanto, se alteraram ao longo de momentos históricos diferenciados e, particularmente, segundo o mesmo autor, esse prestígio possivelmente tenha

diminuído consideravelmente ao longo das décadas que se seguiram ao final da II Guerra Mundial, em função dos movimentos anti-tecnologia em geral e, em particular, dos movimentos pacifistas e ecologistas que se consolidaram desde então. Florman estimou uma diminuição no número anual de graduados em Engenharia, entre 1986 a 1996, nos Estados Unidos, em torno de 18%, opinando, entretanto, que apenas uma parte dessa perda de interessados, bem como de altas taxas de evasão, poderiam ser atribuídas à falência do modelo acadêmico. Para ele, o desinteresse dos jovens em buscar esta profissão estaria associado ao movimento anti-tecnologia, o qual teria tido início, nos Estados Unidos, precisamente no dia 31 de janeiro de 1950, quando o então presidente Truman anunciou que estava sendo desenvolvida

¹ Jornalista, Mestre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Núcleo de Multimídia e Educação a Distância. E-mail: betatimm@ufrgs.br

² Professor, Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Núcleo de Multimídia e Educação a Distância. E-mail: Fernando@ufrgs.br

³ Professor, Doutor, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Letras. E-mail: jcampos@puers.br

uma bomba de hidrogênio, lançando a semente de consciência social sobre o poder latente de destrutividade associado à tecnologia. Desde então, foi cristalizada a idéia que, apesar de inocentar cientistas por desenvolver, culpabilizava engenheiros por aplicar o potencial de destruição, a qual foi agravada ao longo dos anos 60, 70 e 80, com os movimentos ambientalistas denunciando o envenenamento da comida, do ar e da água. Florman reflete sobre a contraposição entre os valores existencialistas, apregoado não necessariamente por filósofos, mas por cidadãos zelosos da importância de paixões, impulsos e intuições na formulação da existência humana, rejeitando o que chamam dogmas científicos⁵ e criticando o aporte pragmático da Engenharia, acusada de contrapor-se à humanização.

No que se refere à natureza individual dos que exercem a Engenharia, considerou-se plausível supor, para efeitos desse perfil, que os indivíduos que escolhem a profissão de engenheiro sejam curiosos, tenham espírito prático aguçado e possuam um tipo de sua criatividade direcionada a operações envolvendo manuseio de artefatos tecnológicos de variadas complexidades, possuindo uma espécie de impulso natural (inato) à identificação (e encaminhamento das respectivas soluções) de problemas de ordem prática, apresentados pelas necessidades da interação com o meio ambiente. Problemas, portanto, que sejam exigentes de soluções complexas e multidisciplinares, que serão equacionados através da disciplina mental compatível com a metodologia científica, exigente de alta capacidade de abstração, com resultados validados no âmbito do conhecimento estruturado, dentro dos limites da ciência e da verificação empírica. Descrições desse tipo não excluem nenhuma outra característica pessoal, relacionada com a afetividade, a expressão artística ou a responsabilidade social e ambiental, como pode ter sido fixado no estereótipo cultural e mesmo educacional dos engenheiros, ao longo das últimas décadas, conforme descrito por autores como o próprio Florman (1994-96), já citado.

As considerações que se seguem vão procurar decompor elementos que fazem parte da forma como os engenheiros percebem e operam sobre o mundo, através de seu trabalho. O que se vai procurar é identificar e compreender algumas das operações mentais que o engenheiro exercita em sua prática profissional, e que tipo de conhecimento desenvolve, sob quais regras valida esse conhecimento e as formas de aplicá-lo, mediado por emoções como a curiosidade, a criatividade e aceitação do desafio, direcionadas para a busca de soluções realistas e eficientes. Muitas dessas reflexões estariam no âmbito da teoria do conhecimento, se o tema estivesse sendo tratado no universo conceitual da Filosofia, e se poderia pensar, nesse caso, numa epistemologia própria à Engenharia, a qual ainda deva ser elaborada. Serão tratadas aqui, entretanto, pela ótica multidisciplinar das Ciências

Cognitivas⁶ e terão como base, além dos autores da área da Engenharia (alguns dos quais já citados), a conceituação apresentada por Steven Pinker (1998) no livro *Como a mente funciona*, referente ao modelo modular-computacional de funcionamento da mente humana e de processamento inteligente de informações baseado em símbolos representacionais e causais. As referências mais específicas da obra de Pinker, já por vício do acesso hipertextual a informações conectadas, serão apresentadas em notas de rodapé, como forma de simplificar a leitura do texto e de indicar especificamente as partes da teoria relacionadas ao que está proposto.

EMOÇÕES: DESAFIO, CURIOSIDADE INSTRUMENTALIZADA

Por muito tempo, possivelmente desde o tempo em que o francês René Descartes contribuiu para a maioria da função racional, na espécie humana, no Século XVIII, a cultura ocidental foi permeada pela idéia de que *a razão é o instrumento cognitivo que dá credibilidade e seriedade ao conhecimento*. Esse ponto de partida conceitual levou a uma compreensão de razão e emoção como dois pólos antagônicos, em disputa na mente humana e, por extensão, localizáveis em formas supostamente puras, em profissões que, por natureza, deveriam dar vazão a uma ou outra. Por exemplo, todas as formas de Arte seriam o território dos profissionais da emoção (e só dela) enquanto a Engenharia seria a casa da razão, onde morariam os indivíduos desprovidos de qualquer bom uso de sua sensibilidade, intuição, etc.

As pesquisas contemporâneas da área de Neurociência, como as de Damásio (1966), terminaram de vez com a suposta separação entre razão e emoção. Sentimentos e emoções fazem parte da cognição humana, que é corporal e mental, incluindo todas as sensações (informadas ao corpo pelos neurotransmissores) e seus respectivos sentimentos (a conscientização e descrição da sensação) presentes no momento da experiência cognitiva, produzindo e atualizando permanentemente o registro sobre a nova relação com o mundo que estiver sendo estabelecida naquele momento.

Sentimentos e emoções são componentes indissociáveis da razão, diz o autor. Isso não significa que a razão seja menos

⁵ Mais adiante se fará referência à visão contemporânea da ciência, baseada sobre a incerteza e o método, auto-validando-se através de permanente questionamento e aceitação da transitoriedade das verdades absolutas.

⁶ Imbert (1988) descreve a caracterização das Ciências Cognitivas como um verdadeiro programa de pesquisa completo, apoiado nas ciências do cérebro, na Psicologia, na Linguística, na Informática, na Antropologia e na Filosofia, que retira hipóteses de domínios específicos como a lógica ou a teoria dos autômatos. A função dessa rede ativa de olhares seria dar conta de uma compreensão dinâmica e complexa do fenômeno da inteligência humana e isso compreende desde as nuances do funcionamento cerebral até o modelamento dos processos cognitivos, devidamente mediados pelas interferências psicológicas e culturais. O objeto de estudos das Ciências Cognitivas é o processo de aquisição e categorização do conhecimento da forma como isto é realizado pelos seres humanos, suas características neurais, funcionais, operacionais, culturais, computacionais e representacionais.

importante ou deva ser menos cultivada do que a natureza sensível - e isso é particularmente verdade quando o objetivo final é a formação do engenheiro - mas que *razão e emoção constituem os dois lados obrigatórios e inter-relacionados de uma mesma moeda*.

As Ciências Cognitivas codificaram uma nova forma de expressar e interpretar a inter-relação entre razão e emoção. Pinker (1998) descreve o modelo computacional da mente, caracterizando o que seria computador neural humano e descrevendo suas possibilidades de processamento inteligente de informações⁷. No modelo descrito por Pinker, as emoções são fundamentais. Onipresentes em todas as culturas, todas as profissões e todos os indivíduos, serão codificadas e manifestadas segundo os conjuntos de crenças e valores de cada indivíduo ou grupo, tendo como função ser uma espécie de mola propulsora do sistema cognitivo. As emoções serão o elemento capaz de definir as prioridades da cognição e da ação humanas e, portanto, vão direcionar a energia que será despendida pelo indivíduo para a solução do problema identificado. Segundo o modelo computacional da mente, as *necessidades* existentes no meio geram *objetivos*, que serão *registrados nos sistemas de processamento de*

informações de cada indivíduo, no que seria uma coluna relativa a *desejos*, os quais, por sua vez, mobilizam emoções de várias naturezas (internamente, via neurotransmissores). Esta suposta coluna de *desejos* é alimentada pelo conjunto de crenças do indivíduo e de sua cultura (igualmente mediadas por emoções/desejos/necessidades).

As emoções funcionarão como gatilho das prioridades, indicando a urgência de determinado objetivo e a prontidão do corpo para aplicar estratégias enfrentamento das situações (luta, fuga ou suas nuances possíveis humanas) "As emoções são mecanismos que ajustam os objetivos de mais alto nível do cérebro. Uma vez desencadeada por um momento propício, uma emoção desencadeia a cascata de sub-objetivos que denominamos pensar e agir." (Pinker, 1989, p. 394). *Emoções serão, então, o instrumento de informação (a partir dos sensores-sentidos) sobre a prioridade dos objetivos e do impulso para executá-los, tantas vezes quantas forem necessárias ou possíveis (tentativas)*.

Se, através da Biologia da cognição humana, já se obtém uma convicção razoável de que não há razão sem emoção, e se as Ciências Cognitivas descrevem um modelo de funcionamento mental, igualmente plausível, em que as emoções tem papel obrigatório como gatilho de ações e estratégias para atingir objetivos, tem-se por lógico que os engenheiros fazem, sim, uso de emoção na sua prática profissional, obrigatoriamente, e que, através dela, tomam decisões de natureza teórica e prática. Mas, uma vez que as formas culturalmente aceitas de expressão de emoção e sensibilidade, as formas artísticas, não são compatíveis com - ou pelo menos não são eficientes para - a representação e operação do funcionamento preciso dos fenômenos do mundo real, como se expressariam e quais seriam essas emoções usadas pelos engenheiros na sua prática profissional!? Sugestões: as emoções da *curiosidade*, direcionada para descobrir como as coisas, a natureza e os fenômenos funcionam; a emoção da *aceitação dos desafios* relacionados às soluções para os problemas percebidos pela curiosidade; a emoção da *criatividade instrumentalizada* - ou, segundo a terminologia sugerida por Florman, *uma criatividade tecnológica* - para a obtenção de soluções úteis, confiáveis, controláveis e previsíveis. A todas essas soma-se a *auto-estima profissional*, descrita por Florman (1994/96) como dependente da valorização social da profissão pela cultura, mas sempre evidente no nível pessoal, através do orgulho pelas boas soluções e do encaminhamento dos desafios.

Vinck (2003) formulou reflexões a respeito da criatividade específica dos engenheiros, instrumentalizada para operar a partir de elementos teóricos e práticos de alta complexidade. Segundo ele, este potencial criativo se localiza *exatamente no ato de projetar*. O autor realizou um estudo etnográfico da

⁷ Segundo Pinker (1998), a mente humana processa informações seguindo um padrão que tem raízes ancestrais, destinado a viabilizar a sobrevivência dos seres humanos ao longo da competição darwinista que travou com outros humanos, com animais e plantas existentes no ambiente. Esse padrão está substancialmente gravado em um programa (software mental humano), transmitido geneticamente e adaptado (às vezes mal adaptado, segundo o autor) à complexidade da vida contemporânea. A principal matriz desse programa é a identificação de objetivos relacionados à necessidade de sobrevivência e sua operação básica consiste no desenvolvimento de estratégias para realizá-los, levando a espécie a desenvolver seu nicho de sobrevivência pela capacidade de processar informações de forma inteligente. Nesse processo, aprendeu a desenvolver suas habilidades inatas para operar sobre o mundo (uma matemática intuitiva, uma noção intuitiva de objeto, etc.) e acabou chegando ao Século XXI com um repertório estruturado de conhecimentos aplicáveis ao mesmo velho objetivo - sobrevivência. A inteligência humana, segundo este modelo, provém da capacidade do cérebro humano de funcionar exatamente como um computador neural, processando informação, na forma de símbolos configurados em bits de matéria (neurônios), cujo conteúdo é transmitidos na forma de padrões de conexão e de padrão de atividade dos neurônios. Esses símbolos não são apenas o resultado de uma inscrição/representação mental, a partir dos sentidos. São símbolos que podem conter, além da informação representacional, propriedades causais, o que significa que contém informações e simultaneamente fazem parte de uma cadeia de eventos físicos, ou seja, podem gerar informações e/ou ações. Então, os bits de informação processados pelo cérebro-mente humano podem acionar outros bits componentes de símbolo, produzindo sentido: validação ou não de informações (verdadeiras ou falsas, que vão formar o conjunto de crenças do indivíduo); ou podem acionar bits conectados com músculos, resultando em movimento (ação). O processo descrito por Pinker é viável no contexto da chamada mente modular, um conceito de proposto por Jerry Fodor, em 1983, supondo a constituição da mente como um conjunto de módulos especializados em processamentos de diferentes tipos de inputs, com um módulo processador central integrador de todos eles (conforme Pinker, 1988). Os bits que codificam os símbolos são processados através de módulos mentais especializados em cada uma das áreas de interação com o mundo (visão, audição, linguagem, etc.), em padrões e conexões que são ditadas pela própria programação genética.

⁸ Bem entendido que não se refere aqui a nenhum aspecto da expressão da subjetividade dos indivíduos que exercitam a Engenharia, entre os quais, é bom lembrar, há vários músicos, identificáveis no número de bandas existentes nas escolas de Engenharia, pintores (como Da Vinci) e inclusive escritores, como o próprio Samuel Florman, citado neste trabalho.

produção dos projetos de Engenharia, documentando as redes sócio-técnicas que se criam em torno deles, em empresas, e a partir desse estudo levantou considerações sobre como os instrumentos – projetados pelos engenheiros – atravessam dimensões políticas, científicas e organizacionais, no mundo profissional, cultural das culturas e, para projetar sobre todas elas, os engenheiros estão obrigatoriamente integrados em uma rede que implica, além do conhecimento técnico, negociações pessoais, regras e convenções tácitas, códigos implícitos em cada rede profissional. Todo esses elementos objetivos e subjetivos – que em um primeiro momento estiveram presente apenas na *imaginação instrumentalizada* do engenheiro –, compõem, para o projetista, a história de *valores e significados do produto final*, que possivelmente serão diferentes do *valor material* que lhe empresta o usuário, ao desconhecer esse processo (segundo Vinck, o usuário só lembra de quem produziu o objeto quando este apresenta algum defeito, e é preciso reclamar que foi mal-feito...). Esta é uma idéia que transpõe o ato criativo – com toda a dose de sensibilidade e intuição que o compõe – para além dos conhecimentos teóricos e práticos, ao ato complexo de projetar. Assim, pode-se dizer que, assim como um *pintor constrói* um quadro, onde antes havia apenas a tela e uma oferta discreta de cores de tintas; o *escritor planeja e constrói a trama* da sua ficção, onde apenas existiam suas observações e memórias sobre o comportamento humano; e o *engenheiro cria o prédio* onde havia apenas rocha ou lama, ou *cria o avião* onde havia apenas o desejo de voar como pássaros.

ANECESSIDADE DE ABSTRAÇÃO: MODELOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS

Mer (2003) estudou o *mundo profissional dos projetos de Engenharia*, a partir da análise de um ambiente específico, em uma empresa fornecedora de rolamentos para a indústria automotiva, aeronáutica ou ferroviária. Nesse conjunto, buscou focalizar o trabalho do engenheiro estrutural, responsável pela simulação numérica dos protótipos de peças projetadas para atender pedidos específicos das indústrias. O trabalho desse engenheiro – e, portanto, o conjunto de práticas profissionais no qual está inserido – constitui uma antecipação de necessidades definidas pelo cliente, relativas à performance da peça, da função que deverá desempenhar no conjunto onde será integrada e nas condições de seu uso. O trabalho do engenheiro estrutural compreende todo o universo de *simulações numéricas* sobre o funcionamento da peça, bem como o *aperfeiçoamento do software* utilizado para viabilizar os cálculos e as simulações. Ao descrever esse ambiente, o autor desvendou, e, indiretamente, apontou o que seria uma característica cognitiva do trabalho da Engenharia em geral, que se impõe como uma das grandes dificuldades dos cursos e mesmo de formas como se pode ensinar o aluno: a *capacidade de abstração*.

Embora a Engenharia seja o território privilegiado do mundo concreto, a exigência da abstração é uma constante no

aprendizado e no exercício da profissão, uma vez que os problemas práticos precisam ser representados e instrumentalizados pela linguagem matemática, sob o comando da lógica e das leis que regem o mundo físico. A enorme capacidade de abstração característica do trabalho do engenheiro é bem relatada na descrição do cotidiano do engenheiro estrutural, cujo mundo profissional (práticas profissionais), diz Mer (2000), é constituído por *um conjunto de objetos constituído de arquivos de cálculos, planilhas de cálculos, relatórios de cálculos...* A noção de valor do conhecimento, para aquele grupo de engenheiros estruturais que projetam rolamentos, relata Mer (2003), será *o valor do conhecimento relacionado à teoria de rolamentos, e seu conhecimento empírico sobre rolamentos será extremamente importante, ao ponto de que ele possa aceitar ou não os resultados do software*, o que novamente implica em uma *enorme capacidade de abstração para comparação de resultados simbólicos da simulação matemática com o funcionamento prático da peça que está sendo projetada*, sua função no conjunto em que estará inserida, as condições de seu uso e de sua performance.

Do ponto de vista cultural, é possível que seja falsa – ou pelo menos incompleta – a imagem estereotipada do engenheiro, com base na identificação da integralidade de seu trabalho e de sua inserção sócio-cultural apenas ao raciocínio abstrato, ao cálculo e à busca da eficiência operacional associados às práticas profissionais dos engenheiros estruturais da empresa de rolamentos, descritas por Mer (2003). A própria cultura industrial contemporânea, já impõe uma quebra desse suposto paradigma, porque obriga o engenheiro a desenvolver interações sociais, através do trabalho em equipe, onipresente nas empresas e, em função disso, em todas as análises relativas à necessidade de formação do engenheiro. Na relação com o conjunto dos demais atores (outros engenheiros, técnicos, ou mesmo o pessoal das áreas de marketing, comunicação, gerência ou vendas, entre outros), na própria indústria, os engenheiros necessitam integrar demandas que são geradas no contato com os demais e flexibilizar até mesmo sua percepção inicial do produto projetado, em nome das necessidades de custos, manufaturabilidade, de mercado ou ambientais.

Do ponto de vista cognitivo, entretanto, parece que *a capacidade de abstração é uma característica real e inquestionável. Não há Engenharia sem Física e Matemática e não há nenhuma delas sem abstração*, pelo menos no nível de complexidade relativo à formação profissional superior de todas elas, e que corresponde ao ensino universitário da Engenharia contemporânea. Esse fato impõe exigências didático-pedagógicas que extrapolam, por exemplo, as experiências do envolvimento do aluno no universo operacional completamente autônomo e experimental, como ocorre nos níveis elementares de aulas de matemática, nos quais as crianças contabilizam e fazem interagir unidades de cubos, cilindros, etc.⁹ A descrição do mundo profissional do engenheiro estrutural, ao qual ele se relaciona através de sua capacidade de calcular, desenvolver estratégias de otimizar o raciocínio sobre esses cálculos (software), e de simular

matematicamente vários cenários possíveis sobre o funcionamento eficiente dos rolamentos para atender à especificação dos clientes contém um dos itens de uma possível *matriz de processamentos cognitivos característicos do trabalho dos engenheiros em geral*. Note-se que esta capacidade de operações abstratas, processamento físico e operação matemática praticamente veste como luva o modelo de *agregação de inteligência por computação de símbolos integrados em cadeias de eventos*, no funcionamento da mente humana descrito por Pinker (1998), do qual fazem parte a abstração, a representação mental e operação sobre a realidade através de símbolos¹⁰ representacionais e causais.

A Matemática e a Física (além de outras ciências básicas e complementares) constituem o *vocabulário simbólico que dá suporte à representação mental (abstração) do engenheiro, de forma operacional*, tanto quanto *viabiliza a operação prática e a tomada de decisão* sobre os fenômenos complexos, expostos pela realidade prática. O engenheiro estrutural de que nos fala Mer (2003) *teoriza* sobre o funcionamento da peça que está projetando, e ao fazer isso realiza uma *abstração ativa* - que lhe permite antever o objeto na sua complexidade, lançando hipóteses baseadas no seu conhecimento teórico e empírico sobre o tema - *e operativa* - que lhe permite *simular* o comportamento do fenômeno físico (as propriedades, a geometria, a função e o uso da peça) *em cenários variados*, com o auxílio dos simuladores virtuais ou concretos (símbolos matemáticos, softwares, protótipos ou maquetes). Isso obrigatoriamente será feito com base no conhecimento já estruturado (*comparações, inferências, deduções*) sobre todas as propriedades gerais relacionadas ao fenômeno e também na especificidade definida pelo cliente (*limitações*).

SOLUÇÕES DE ENGENHARIA EXIGEM ABORDAGENS MULTIDISCIPLINARES E COMPLEXAS

A prática da Engenharia estrutura-se a partir dos problemas surgidos da necessidade prática da vida humana, como já foi descrito, em qualquer cultura e em qualquer tempo histórico. Esses problemas se apresentam aos engenheiros contingenciados em um universo de *condicionantes de múltiplas naturezas*, que se referem desde as condições tecnológicas do tempo-espaço onde foram gerados, até a

economia relativa à implantação de soluções, passando, como vimos, pelas questões que dizem respeito às leis físicas, químicas e matemáticas que regem os fenômenos naturais envolvidos no problema, e suas respectivas incertezas, que determinam possibilidades e impossibilidades reais, concretas, não dependentes de debate, opinião ou mesmo da ideologia hegemônica naquela sociedade.

Provavelmente não exista nenhum problema de Engenharia que não esteja cercado de outros problemas, de várias naturezas. Esses problemas e subproblemas contém, em si, no mínimo, a exigência de representação física e equacionamento matemático, os quais, por sua vez, implicariam operação de símbolos e equacionamento abstrato, além de operações mentais puramente mecânica do processamento matemático (algoritmos de cálculos e procedimentos práticos normatizados com base na evidência empírica). Do ponto de vista operacional, os problemas de Engenharia muitas vezes exigem trabalho de equipe e isso, em si, implica do profissional de Engenharia o manejo de suas próprias circunstâncias, como gestão de conflitos, interesses e determinação de prioridades. Os engenheiros analisam e operam sobre a realidade prática, que é obrigatoriamente múltipla, complexa e, dinâmica, o que exige planejamento de soluções que devem permanecer viáveis no tempo futuro à sua própria implantação.

Complexidade e multidisciplinaridade não são privilégio da Engenharia contemporânea¹¹, embora tenham, ao longo do Século XX, juntamente com o uso intensivo da ciência e da tecnologia, servido como pano de fundo da formação e da prática de Engenharia. Leonardo Da Vinci - considerado o primeiro engenheiro da História - foi possivelmente um precursor da operação prática dos fenômenos a partir da multidisciplinaridade. Para ele, integrar os olhares da Anatomia, da Geografia, da Física, da Matemática e da Arte eram parte de um mesmo processo de produção, de aprendizado e de pesquisa. Mais do que simplesmente integrar múltiplas disciplinas, o engenheiro-cientista-artista, o legítimo homem-do-Renascimento talvez estivesse entregando ao futuro uma senha para a compreensão do que parece buscar o pesquisador contemporâneo, ao desejar constituir, na prática, no processo de planejamento do trabalho do engenheiro, um território de integração de raciocínios diversos (espaciais, matemáticos, conceituais, estéticos, etc.) sobre todos os problemas que necessitem ser resolvidos para a solução de um grande problema (o objetivo inicial).

Mitcham (2002) discute o estereótipo dos engenheiros supostamente simplificadores da realidade e pouco afeitos a formulações complexas, como as da Filosofia contemporânea. Conclui que, ao contrário do que tem sido dito pelos filósofos, os engenheiros são muito mais conceituais e criativos do que parecem: a Engenharia *é* Filosofia, diz ele. Segundo essa concepção, os engenheiros *não filosofam sobre a*

⁹ Ver Pinker (1998, p. 362/363), análise crítica sobre o uso de estratégias de ensino para classes de matemática elementar incompatíveis com exigências de níveis de ensino mais elevados.

¹⁰ Os símbolos referem-se às coisas do mundo, porque são gerados pela informação sobre o mundo que chega ao ser humano através dos sentidos e são, por isso, representacionais. Mas são também causais, o que significa que estão integrados em uma cadeia de eventos, ou seja, relacionam-se entre si e relacionam-se com o mundo interno e externo a partir da lógica de causa e efeito, permitindo deduções, inferências e outras operações complexas, que caracterizam o processamento inteligente humano.

¹¹ Na verdade, complexidade e multidisciplinaridade não são privilégio sequer da Engenharia, uma vez que qualquer das ciências opera dentro do universo da complexidade e da multidisciplinaridade, sendo a Medicina um bom exemplo.

complexidade conceitual, eles são filósofos da complexidade, na prática, porque habitam e se locomovem com familiaridade pelo mundo da complexidade. O conhecimento da complexidade, para os engenheiros, não é aprendido pela formulação do que os autores escrevem sobre a complexidade. É aprendido no escopo dos instrumentos que usam, sejam eles softwares, máquinas ou abstrações numéricas, para operar sobre a complexidade, o que definitivamente extrapola a descrição, a opinião e/ou a metáfora sobre o que é ser complexo.

PROBLEMAS DENTRO DE PROBLEMAS (MÓDULOS DENTRO DE MÓDULOS)

Supondo-se a compreensão do processamento científico dos problemas de Engenharia, e suas condicionantes, a análise metodológica das soluções, com a identificação de todas as variáveis condicionantes, com o apoio nos instrumentos da Física, da Matemática e de outras ciências, além de conhecimentos e intuições de áreas humanísticas para o encaminhamento de uma visão multidisciplinar e multicultural, sugere-se que *a estratégia cognitiva característica dos engenheiros para a operacionalização do trabalho com este universo complexo, será a decomposição dos problemas em problemas menores, para sua resolução.*¹²

Ferguson (2001), traz um exemplo prático, tirado da Engenharia Mecânica, que contribui para visualizar o raciocínio envolvido na necessidade prática de resolver um problema decompondo o todo em suas partes, em problemas dentro de problemas, não apenas para reduzir seu nível de complexidade em complexidades menores, mas por outra necessidade igualmente prática, de natureza operacional e complexa, da natureza da Engenharia: fazer todas as partes interagirem, de forma precisa, tanto em unidades discretas quanto através de sub-unidades modulares, que precisam igualmente ser operacionais no conjunto.

“Um mecanismo complexo como uma máquina de combustão interna é habitualmente projetada por uma equipe de engenheiros, cujo conhecimento especializado de cada um contribui para atender várias necessidades de diversos problemas. (...) O conjunto de desenhos para uma máquina pode chegar a muitas centenas. Cada parte separada da máquina é desenhada em detalhes completos, para mostrar sua forma, suas dimensões, e todas as outras características (...) Desenhos intermediários mostram como cada parte individual deve ser integrada; desenhos integrados localizam os desenhos intermediários em uma específica configuração múltipla.” (Ferguson, 2001, p.5)

¹²A tomar-se como geral a descrição de Winck, o recém-formado de Engenharia deixa a Escola ou a Universidade com essa capacidade bem estruturada: “Ele tem a capacidade de analisar problemas, quebrá-los em partes essenciais e então modelá-lo. Esta habilidade para simplificar coisas deve ajudá-lo ao longo dos desafios mais complicados” (Winck, 2002, p. 13)

Os problemas a que estão afeitos os engenheiros contêm uma fractal de *micro-necessidades relativas a cada uma de suas cadeias de sub-problemas, a maioria deles exigente de conhecimentos de áreas diversificadas.* Trata-se de um universo de trabalho (e, portanto, um universo mental) complexo e dinâmico, onde *alterações em quaisquer dos parâmetros relativos a cada um dos itens* possivelmente implique o *redimensionamento de todas as inter-relações de todos os outros, gerando cadeias de tomadas de decisões inter-dependentes e inter-referenciadas.* Esse conjunto de operações mentais se traduz por “Ciência”, quando associado operacionalmente ao método de equacionamento e, sobretudo, quando integrado em um ecossistema cognitivo onde não há conhecimento definitivo, mas incerteza associada à possibilidade de validação do conhecimento, pela observação das evidências empíricas. Veremos a seguir como *Ciência, método e incerteza também fazem parte da concepção e prática da Engenharia* - e, portanto, do perfil cognitivo do engenheiro, ou seja, da forma como este profissional acessa, produz, utiliza e valida conhecimento.

CIÊNCIA: MÉTODO, INSTRUMENTO DE TRABALHO E DE DELIMITAÇÃO DO REAL, COM INCERTEZA

A relação de equivalência entre Engenharia e Ciência pode não ser uma unanimidade. Bazzo (1996) considera que a Ciência e as técnicas caminharam sempre separadas e que ainda hoje há quem veja nelas uma separação, como o próprio Florman, que diz logo no prefácio de seu livro que, apesar de não serem cientistas, os engenheiros estudam e usam a Ciência para resolver seus problemas (Florman, 1994-96, p. X). Sugere-se que a separação entre Engenharia e Ciência é puramente pragmática e operacional, relacionada ao desenvolvimento de ambas e, na prática, a universos de trabalho específicos (às vezes competitivo). Partiu-se do pressuposto que ambas se equivalem do ponto de vista cognitivo, uma vez que contêm a mesma matriz metodológica de processamento de informações sobre a realidade e a mesma natureza de formulação de conhecimento, teórico e prático, com alta necessidade de abstração e representação matemática, em permanente processo de questionamento e validação com base na observação empírica.

White (2002) sugere ter sido Da Vinci o primeiro cientista, por *observar metodicamente a realidade, estabelecer hipóteses sobre ela, representá-la matematicamente e testar essas hipóteses, através de processos empíricos.* Com inspiração nessa idéia, na bibliografia da área e na observação prática da formação de engenheiros¹³, considerou-se que o *engenheiro é um cientista*, na sua prática cotidiana e metodológica de observar, decompor o problema, representar matematica-

¹³ A pesquisa ao qual se relaciona este artigo está sendo realizada na Escola de Engenharia da UFRGS, onde a autora vem acompanhando há três anos experiências didático-pedagógicas na área de Engenharia Civil.

mente, lançar hipóteses e basear suas conclusões na interação entre as representações matemáticas, físicas e a observação empírica, etapas que seriam a matriz metodológica e cognitiva do processamento científico. A ciência, segundo esse ponto de vista, não seria apenas uma ferramenta para ser usada na cultura do engenheiro, mas sim *um dos seus elementos cognitivos constituintes e definidores*.

O engenheiro é um cientista se pensarmos na sua forma de raciocinar metodologicamente, observando os fenômenos da realidade, compreendendo seus elementos componentes, lançando hipóteses sobre eles e operando com instrumentos concretos (tecnologia) ou abstratos (modelos matemáticos) para tentar medir, avaliar, monitorar e prever os possíveis comportamentos dos fenômenos que observou. A eventual diferença que pode haver entre esse trabalho e um pesquisador de qualquer área da chamada Ciência pura é que, tendo como ponto de partida o mesmo comportamento curioso, hipotético, analítico e verificador, o engenheiro vai operar sobre o fenômeno, transformando sua idéia em solução e, em função disso, vai definir exatamente qual o intervalo de validade das soluções que escolher para o problema proposto, levando em conta os comportamentos observados no problema em pauta e sua comparação com os padrões já definidos de segurança, previsão e controle dos fenômenos envolvidos, para o qual se vale de normas e de todo o conhecimento já estruturado da área, na forma das ciências básicas, como a Física e a Matemática, e de todas as interfaces que se fizerem necessárias para compor a solução desejada, como a política, a logística ou a economia, por exemplo.

O pensamento científico é o grande instrumento humano de relacionamento com o meio, seja na descrição e compreensão dos fenômenos como na sua possível previsibilidade e, por conseqüência, na sua manipulação. É, sobretudo, um instrumento que viabiliza a inter-relação entre esses fenômenos e o estabelecimento de comparações, quadros referenciais, monitoramento e mensuração de grandezas diferenciadas. Pensado em termos da conceituação das Ciências Cognitivas, se poderia talvez especular que o método científico (e todo o universo cognitivo que o compõe de forma integrada e voltada a objetivos) é um instrumento cultural, na medida em que foi desenvolvido pela mente humana ao longo de várias gerações de pesquisadores, em vários tempos e culturas, para os quais os engenheiros sempre estiveram contribuindo, de forma explícita, implícita, consciente ou inconsciente. Também se poderia supor que o raciocínio científico, com suas demandas específicas (já mencionadas no caso do engenheiro) por alta capacidade de abstração e operação com níveis de complexidade e multidisciplinaridade, caracterizam um dos maiores - senão o maior - *desafio de performance da capacidade humana de raciocínio*, fazendo uso das capacidades mentais de representação e processamento de símbolos causais, bem como do recrutamento de múltiplos módulos mentais relacionados às áreas de processamento lingüístico, matemático, visual, espacial, etc., como descrito no modelo de mente modular/computacional de Pinker (1988).

Uma possível descrição operacional - possivelmente ainda parcial - da mente científica do engenheiro sugeriria que entram em operação, para enfrentar e resolver os problemas de Engenharia: *módulos de percepção visual integrados a módulos de representação espaciais; módulos de operação dos fenômenos físicos (espaciais, causais) integrados a módulos matemáticos (abstrações, operações simbólicas); acesso a memória estruturada (normas, leis, critérios definidos); comparações com resultados e casos anteriores; operação a partir de regras lógicas e/ou probabilísticas e incertas, estabelecendo suposições e critérios definidos de validade das inferências e deduções;* (tudo isso é possível a partir do mecanismo característico da mente humana inteligente, que permite) *processamento de informações a partir de símbolos que não são apenas representacionais (identidade de um nome e uma imagem, na mente, com um objeto ou fenômeno da realidade), mas fazem parte de cadeias de eventos e por isso, permitem deduções a partir de observações de relações causais (causas e efeitos);* (em função da capacidade de processamento de símbolos causais) *produção de relações de verdade abstratas (proposições lógicas e relações matemáticas) que validam as ocorrências empíricas às quais se relacionam;* (como estratégia geral de solução de problemas) *decomposição de problemas em problemas e subproblemas de menor nível de complexidade; tomada de decisões ao longo da cadeia de solução de problemas e subproblemas.*

Esta seria uma descrição plausível para a operação mental envolvida na ciência pura e também na ciência aplicada, sendo que esta operação estaria *baseada no sistema de regras estabelecido pela Ciência, com seu inerente universo de probabilidades e incertezas*¹⁴. No caso dos engenheiros, o conhecimento estruturado - na forma de Ciência, em normas ou evidências comprováveis empiricamente - pode ser identificado como o *conjunto de regras que viabiliza as suposições e inferências sobre a realidade*, permitindo o processamento de informações, ao mesmo tempo que constitui o *conjunto estruturado que valida o conhecimento gerado e, portanto, delimita o universo em que as*

¹⁴A afirmação relativa às regras de processamento remete-se à questão dos sistemas de regras descrito por Pinker para o processamento humano de informações segundo o paradigma estruturado sobre a Teoria Computacional da Mente (Pinker 2000). Supõe para o funcionamento da mente humana as naturezas do processo computacional de informações na forma de símbolo, associado à capacidade do cérebro humano de representação mental do conhecimento, em camadas complexas e inter-relacionadas de redes associativas de significados. Esse sistema biológico-informacional estaria equipado com sistemas de regras para processamento, infinitamente mais flexíveis do que as regras que compõem a programação computacional convencional, e que viabilizam não apenas categorizações do conhecimento precisas e/ou probabilísticas, mas também lógicas abstratas como, por exemplo, a que permite ao ser humano reconhecer um rosto ou mesmo a noção de individualidade. Esse poderoso software geneticamente aperfeiçoado também funciona de forma a conservar, na representação mental, as relações preservadoras de verdade exatas ou probabilísticas que formaram a suposta relação verdadeira observada na realidade, da primeira vez que o cérebro operou sobre aquele símbolo.

formulações têm valor de verdade ou falsidade, no âmbito da conceituação científica, da prática profissional e cognitiva (atualização do banco de dados mental, reforçando ou retificando informações arquivadas como verdadeiras).

CONCLUSÕES

Do conjunto de considerações apresentadas ao longo desse trabalho, concluímos que os engenheiros são atores sociais¹⁵ encarregados de operar sobre o meio ambiente para desenvolver soluções aos problemas de abrigo, conforto, transportes, acessos, comunicações e outras tantas necessidades que se reproduziram potencialmente, ao longo da História da Humanidade, proporcionalmente à sofisticação das condições geradas pela própria Engenharia em todas essas áreas. Em termos puramente adaptativos da espécie humana, isso significa que, em função dessa atribuição, que ocorre em todas as culturas e todas as sociedades, os engenheiros são responsabilizados por *instrumentalizar* aquilo que Pinker propôs como sendo *a forma característica da espécie humana para processar informações de forma inteligente visando sobreviver ao ambiente*. Esta forma, simplificada, constitui-se das operações cognitivas relacionadas à definição de *objetivos e desenvolvimento de estratégias para realizá-los*.

Esses *objetivos e estratégias de realização*, em sua natureza, constituem exatamente a matéria-prima do pensar e do fazer profissional do engenheiro, não apenas para garantir a primeira das necessidades que impulsionaram esses objetivos, a *sobrevivência*, mas para transformar essa sobrevivência em padrões de conforto e qualidade de vida, cujos resultados (produtos tecnológicos) constituem objeto de negociação entre indivíduos e/ou povos (amigável ou competitiva). As estratégias da Engenharia para realizar esses objetivos são aquelas relacionadas ao pensamento e ao procedimento que se convencionou chamar de Ciência, incluindo observação e verificação empírica, lançamento de hipóteses, modelamento e equacionamento dos fenômenos através de símbolos (abstração), decomposição dos problemas em cadeias de subproblemas inter-relacionados, deduções e inferências com base em suposições baseadas em um sistema estruturado de crenças (conhecimento científico, normas, metodologias de cálculo, evidências empíricas, operação probabilística dos fenômenos incertos, etc.), todas essas características obrigatoriamente presentes no perfil cognitivo dos engenheiros, possivelmente mediadas pelas emoções da curiosidade instrumentalizada, ou criatividade tecnológica, pela aceitação do desafio da busca de soluções complexas e pela auto-estima em relação à própria ciência da Engenharia.

¹⁵Engenheiros não são os únicos atores sociais com esta responsabilidade. Também o são os cientistas em geral, e todos os outros profissionais envolvidos, na prática, com as questões da sobrevivência da espécie no meio ambiente

Os engenheiros se movem a partir das necessidades de natureza concreta, relacionadas ao desenvolvimento de soluções práticas para a vida cotidiana, geradas pela sociedade – e possivelmente essas necessidades são apontadas, em qualquer cultura, pelos setores mais dinâmicos das respectivas sociedades, entre os quais o poder econômico, político e militar, uma vez que a implantação de soluções implica custos, logística e uma rede de necessidades de produtos e serviços inter-relacionados. A crise de auto-consciência profissional de que fala Florman (um engenheiro civil norte-americano) dá conta do que ele mesmo tratou como um amadurecimento necessário dos profissionais da Engenharia em relação ao seu papel como atores sociais responsabilizados pelo efeitos nocivos da tecnologia. Mais do que isso, o relato do autor e as interpretações que se seguiram a essa auto-crítica, inclusive na área do ensino, demonstram a fantástica permeabilidade dos engenheiros, enquanto atores sociais, com relação ao seu tempo-espaço e às transformações sociais e culturais que ocorrem no grupo ao qual pertencem. Os engenheiros são desafiados a resolver os problemas práticos, de onde quer que eles surjam, *mesmo que eles surjam de problemas gerados no próprio exercício da Engenharia*, como é o caso de toda a cultura tecnológica que se consolidou através dos chamados paradigmas pós-industriais, motivados pelas críticas com relação às conseqüências dos processos de industrialização. Isso não significa, entretanto, que deva ocorrer uma mudança na *forma de encaminhamento das soluções*, as quais são tomadas no âmbito da concepção – e da Ciência – da própria Engenharia. Prova disso é o desenvolvimento de áreas até então inexistentes, como a Engenharia Ambiental, onde são propostos os novos paradigmas de produção industrial não-poluente e recicladora dos sub-produtos até então considerados dejetos. As soluções, serão desenvolvidas *no escopo da própria Engenharia*, mesmo que suas motivações tenham vindo de outras órbitas da participação cidadã, ou de outras rotas de decisão político-ideológicas. Mesmo a questão do enfoque ético e preservador do meio-ambiente, diz Florman (parafreando Hegel), não pode ser tratada pela Engenharia como uma luta entre o bem e o mal, mas como uma “luta do bem contra o bem”: *“Pesticidas servem para impedir que milhares de pobres morram de fome. Usar pesticida é bom; opor-se a eles quando causam dano à cadeia alimentar também é bom. Extrair óleo, transportá-lo através do oceano é bom(...). Prevenir derramamento de óleo também é bom. (...) A característica mais vergonhosa do credo antitecnologista é freqüentemente deixar de considerar as conseqüências de não encaminhar as ações.”* (Florman, 1994-96, p. 193)

Com base nesta percepção, sugere-se, como Florman, que a discussão sobre a agregação de novas necessidades à formação do engenheiro floresçam a partir de um amadurecimento na análise do papel do engenheiro na sociedade, capaz de escapar das visões ingênuas e simplistas da crença no suposto poder infalível da tecnologia, mas ao mesmo tempo sejam capazes de responder conceitual e profissionalmente às críticas simplificadoras da realidade, a

qual é formada por uma intrincada e complexa teia sócio-econômico-político-tecnológica que resulta nos problemas sociais e ambientais de natureza complexa e dinâmica, relacionados ao desenvolvimento e uso de tecnologias de várias naturezas. É possível que as mudanças desejadas no perfil do engenheiro formado nesse Século XXI já estejam viabilizando uma consciência dos futuros engenheiros para a possibilidade de que *deveriam*, ou *poderiam* inverter a mão do processo historicamente identificado entre os engenheiros que apenas respondem às necessidades sócio-técnicas, optando por serem menos reativos à necessidade externa e mais pró-ativos na definição de rumos dessas necessidades de natureza social, econômica e inclusive ambiental. Florman (1994-96) entretanto, aconselha cuidado na formulação desse tipo de consideração, para evitar uma indesejável politização da função do engenheiro. Propõe o autor que, com exceção de poucos casos, a respeito dos quais haveria uma unanimidade moral evidente (não projetar fornos crematórios para campos de concentração, por exemplo), seria difícil estabelecer um código único a todos os engenheiros, capaz de definir o que aceitar ou não como responsabilidade ética, ambiental e social, uma vez que são questões complexas, cujos valores são variáveis segundo a cultura, o estágio tecnológico e inclusive o nível de circulação de informações, para as quais, mesmo em termos de tratamento puramente técnico-científico, há múltiplas respostas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998
- DAMASIO, Antonio O Erro de Descartes. Companhia das Letras, São Paulo, 1998.
- FERGUSON, E. Engineering and the Mind's Eye. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 6a. edição, 2001 (1a. ed. MIT Press, 1994)

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Maria Isabel Timm

Bacharel em Comunicação Social pela UFRGS (1980). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação UFRGS-RS. Atualmente é Coordenadora Operacional do Núcleo de Multimídia e Educação a Distância da Escola de Engenharia da UFRGS. Áreas de interesse: ensino de engenharia, modelos pedagógicos e metodologias para o ensino tecnológico, tecnologia educacional, comunicação e educação.



Fernando Schnaid

Engenheiro Civil pela UFRGS (1980). Mestre em Engenharia pela PUC-RJ(1983). Doutor (PhD) em Ciência das Engenharias pela Universidade de Oxford (1990). Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.

Atualmente é Coordenador Geral do Núcleo de Multimídia e Educação a Distância da Escola de Engenharia da UFRGS. Áreas de interesse: ensino de engenharia, modelos pedagógicos e metodologias para o ensino tecnológico, tecnologia educacional, mecânica dos solos

- FLORMAN, Samuel. The existential pleasures of engineering. St. Martins's Griffin, New York, 1994/1996.
- GARDNER, Howard. Inteligência. Um conceito reformulado. Ed. Objetiva, Rio de Janeiro, 2001.
- MER, Stéphane. The structural Engineer in the Design Office: a world, its object, and its work practices. In: Everyday Engineering, edited by Dominique Vinck, the MIT Press, London, England, 2003.
- MITCHAM, Carl. The importance of Philosophy to Engineering. www.campus-oei.org/salactsi/teorema02.htm (acessado em 23/09/2002)
- PINKER, Steven. Como a mente funciona. Companhia das Letras, SP, 1998.
- SCHNAID, F.; BARBOSA, F. & TIMM, M. I. O perfil do engenheiro ao longo da história. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE, Porto Alegre/Brasil, 2000
- TIMM, M.I.; SCHNAID, F.; ZARO, M.A. Considerações sobre uso de modelo construtivista no Ensino de Engenharia - disciplina de projeto, com graduandos e mestrands. Revista RENOTE – ANO I – VOL I – 2003. In: Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul / CINTED. Porto Alegre, 2003
- VINCK, Dominique. (Editor). Everyday Engineering. An ethnography of Design and Innovation. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England. 2003.
- VINCK, Dominique. Epilogue: Approaches to the Ethnography of Technologies. In: Everyday Engineering. An ethnography of Design and Innovation. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England. 2003-A.
- WHITE, Michael. Leonardo. O primeiro cientista. (Referências às obras Codex Atlanticus, de Leonardo Da Vinci), Record.RJ,SP, 2202.

**Jorge Campos da Costa**

Graduação em Letras pela PUC-RS (1971). Mestre em Lingüística e Letras pela PUC-RS (1984). Doutor em Lingüística e Letras pela PUC-RS (1988). Pós-Doutorado pelo Massachusetts Institute Of Technology, MIT, Estados Unidos (1995). Atualmente é professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Letras da PUC-RS. Áreas de interesse: Filosofia da linguagem, teoria e análise lingüística, educação, cognição, lógica.

OS VENTOS DAS MUDANÇAS: SIMBIOSE ENTRE ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO

Dayr Américo dos Reis¹, Paulo Afonso Lopes da Silva²

RESUMO

Os ventos das mudanças que varrem a indústria e a economia não pouparão as instituições de ensino superior. Em particular, a educação de engenheiros e administradores deve ser transformada para adequar-se aos novos tempos. Neste artigo, sugerem-se maneiras pelas quais as instituições devem responder a esses desafios emergentes. Uma simbiose entre os currículos da Engenharia e da Administração não somente ajudaria a construir uma ponte entre as duas culturas, a tecnológica e a humanística, mas grandemente melhoraria o ensino e a aprendizagem de ambos os campos do conhecimento, assim como contribuiria para ajudar a resolver problemas nacionais de competitividade e produtividade nas suas áreas de atuação.

Palavras-Chaves: Engenharia, Administração, Currículo

ABSTRACT

The winds of change that are sweeping through industry and the economy will not spare institutions of higher learning. In particular, the education of engineers and managers must be transformed. In this paper we suggest ways in which educational institutions might respond to these new challenges. A symbiosis between the engineering and management curricula would not only help to build a bridge between the two cultures, the technologic and the humanistic, but greatly improve the teaching and learning of both fields of knowledge as well as contribute to solve the national productivity problem.

Key-words: Engineering, Business, Curriculum.

INTRODUÇÃO

Para este mundo de rápidas mudanças que se torna cada vez mais complexo e com demandas crescentes, as universidades precisam preparar os seus estudantes de tal modo que os entreguem ao mercado profissional de um mundo que não pode mais ser denominado tecnologista ou humanista.

Não basta construir pontes entre as duas culturas, é imperioso modificar a maneira de educarmos os futuros líderes de empreendimentos industriais e de serviços. Esses futuros líderes precisam ser abrangentes nas ciências, nas tecnologias e nas disciplinas humanísticas para tornarem-se mais conscientes dos problemas do mundo real e acostumarem-se a trabalhar de modo cooperativo em equipes, bem como conhecerem as práticas culturais, institucionais e de negócios de outros países.

Para atender a esse novo ambiente, fazemos as seguintes perguntas motivadoras: como podemos criar uma nova linhagem de profissionais tecnicamente capazes para, de modo crescente, assumir posições de liderança na cadeia produtiva e na prestação de serviços? O que os futuros líderes da tecnologia devem estar fazendo? Que competências e atitudes garantirão o sucesso? Que assuntos devem constar nos seus currículos?

DESENVOLVENDO UM PROGRAMA CONJUNTO DE ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO

Os profissionais podem ser teóricos ou práticos, trabalhando em universidades, indústrias ou serviços públicos, ensinando, pesquisando, prestando consultoria ou implementando modelos matemáticos, vivendo em um mundo

¹ Professor, Doutor. University of Wisconsin-La Crosse, College of Business Administration, 1725 State Street, 54601-La Crosse, WI, Estados Unidos da América, Fone: +1-608-785-6663, Fax: +1-608-785-6700, E-mail: reis.dayr@uwlax.edu

² Professor, Doutor, Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção, Praça General Tibúrcio, 80-DE/2, Praia Vermelha, 22290-270, Rio de Janeiro, RJ, Fone: +55-21-3820-4187, Fax: +55-21-2546-7289, E-mail: estatistica@estatistica.eng.br

que exige aplicabilidade do conhecimento adquirido, assim como uma grande variedade de estilos de trabalho.

Por essas razões, a preparação desses formandos merece incluir aspectos os mais abrangentes para se entregar à sociedade um graduado capaz de desempenhar suas funções corretamente, ciente dos problemas reais que irão resolver. No seu campo do conhecimento, serão generalistas ou especializar-se-ão em determinadas técnicas ou campos do conhecimento; independentemente do que ocorra, ter a máxima informação disponível os ajudará nas tomadas de decisão.

Nesse contexto, propomos que o melhor enfoque para atingir os objetivos é ensinar assuntos tanto em tecnologia quanto em negócios, combinando o melhor da educação em engenharia com o melhor da educação em administração. As etapas sugeridas são as seguintes:

1. conhecimento das necessidades e expectativas dos clientes e antevisão dos resultados da aprendizagem
2. seguimento de referenciais de excelência e definição dos objetivos do programa
3. proposição do Engenhadorismo e seu currículo

Conhecimento das necessidades e expectativas dos clientes e antevisão dos resultados da aprendizagem

O primeiro passo é a consulta a uma extensa amostra de professores universitários e de líderes empresariais de corporações nacionais e internacionais, levantando o que os profissionais demandam como competências necessárias para os futuros líderes.

Para determinar qual conhecimento adicional faria uma nova linhagem de graduados mais valorados, a questão fundamental é “Quando você considerar empregar um de nossos engenheiros/ administradores, que conhecimento adicional agregaria valor ao seu empregado?” Embora deva ser adaptado para refletir as competências colimadas pela instituição de ensino, sugere-se o seguinte questionário, usando-se a escala de 1 até 5, significando que o valor acrescentado à empresa é 1-pouco, 2-algum, 3-bom, 4-moderadamente alto e 5-muito alto [BRYANT, 2000]:

- Melhor capacidade de comunicação escrita e oral
- Melhor capacidade de liderança
- Melhor capacidade administrativa e de supervisão
- Compreensão de como as decisões empresariais afetam as decisões técnicas e vice-versa.
- Conhecimento prático de gerência de projetos
- Experiência de trabalho em times multifuncionais com outros engenheiros
- Experiência de trabalho em times multifuncionais com outros profissionais não-engenheiros
- Compreensão do papel do engenheiro na competitividade empresarial
- Estágio em uma empresa privada
- Capacidade de ler e compreender relatórios financeiros
- Conhecimento prático de métodos de custeio e contabilidade

- Participação na preparação de plano empresarial para novos empreendimentos e produtos
- Conhecimento prático de funções e processos em organizações empresariais
- Conhecimento prático de sistemas de base de dados empresariais
- Conhecimento prático de conceitos tais como MRP, ERP e e-commerce
- Conhecimento prático dos fundamentos de vendas e mercadologia
- Conhecimento prático de “concurrent engineering” (engenharia simultânea)
- Compreensão de mudança e desenvolvimento organizacional.

Desse modo, tem-se a base para se formular os objetivos educacionais que garantam que os estudantes sejam capazes de:

- integrar e aplicar as práticas consagradas em administração e engenharia na tomada de decisões
- trabalhar em equipes integradas por participantes de funções variadas e com culturas diversas
- aplicar critérios que afetam as decisões técnicas, as de programação e custos, e aquelas sujeitas a risco
- compreender a implantação de tecnologias as mais atualizadas de engenharia e empresariais
- participar de processos visando criar e apresentar um plano empresarial
- projetar, desenvolver, construir um protótipo ou testar um novo produto ou serviço

Adicionalmente, ao novo estudante deve ser dada a oportunidade de tornar-se criativo, fazendo-o participar de um projeto de pesquisa, de ser capaz de realizar uma síntese de engenharia a partir do trabalho em determinado projeto e de desenvolver sólida capacidade de comunicação oral e escrita. Para preservar a profundidade e aumentar a abrangência das muitas e diversas disciplinas previstas, convém estudar um possível aumento da duração do ciclo básico para garantir uma educação de alto nível.

Definição dos objetivos do programa e referenciais de excelência

Nos dias de hoje, há diversos programas de engenharia/ administração por todo o mundo, convindo citar alguns dos mais significativos:

- a) Leaders for Manufacturing (LFM): programa de mestrado duplo em engenharia e administração, resultante de convênio entre a School of Engineering e a Sloan School of Management do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e mais de 25 firmas de negócios mundiais. Para traduzir em princípios de ensino e de prática que levam à produção de artigos de classe mundial e líderes da manufatura, o convênio é motivado pela crença de que a excelência na fabricação é crítica para atender às necessidades econômicas e sociais dos indivíduos, das empresas e da sociedade. Lançado em 1988 com um forte apoio financeiro das indústrias, o programa enfatiza colaboração e compartilhamento de conhecimento

com as companhias participantes por meio do espectro inteiro dos aspectos do empreendedorismo. O currículo do LFM objetiva ensinar os estudantes a valorizar a melhoria contínua, assim como para a inovação, e provê as ferramentas para consegui-las. Com as atividades em aula, pesquisa e oportunidades para liderar, na filosofia do aprender fazendo, LFM proporciona aos estudantes uma base sólida nas áreas críticas da fabricação, incluindo processos de fabricação, projeto e desenvolvimento, administração de operações, tecnologia da informação, trabalho em equipe, liderança, administração de mudanças e pensamento sistêmico [MAGNANTI, 1997]

b) Systems Design and Management (SDM): programa de mestrado, fundado em 1997, também resultante de convênio do MIT e a indústria. Enfatiza a concepção, projeto, criação e administração de sistemas e produtos complexos, por exemplo um novo automóvel ou aeronave, um novo sistema de telecomunicações ou uma nova plataforma computacional. Como se pode organizar, atribuir responsabilidades a, e coordenar dezenas, centenas ou mesmo milhares de engenheiros para desenvolver um desses produtos? Como se podem projetar esses produtos e sistemas para serem viáveis economicamente, obterem desempenho notável, entrarem no momento certo no mercado e atenderem às necessidades dos consumidores? Embora essas preocupações sejam similares àquelas que são alvo da LFM, SDM coloca mais foco no desenvolvimento de sistemas e produtos e menos na produção e operações. Para resumir a ênfase nestes programas, no MIT o LFM é conhecido como "Big-M" (M de manufacturing) enquanto o SDM tem o apelido de "Big-E" (E de engineering) [MAGNANTI, 1997].

c) TMI Manufacturing Leadership: criado em 1993 como um convênio entre a indústria e a University of Michigan, Tauber Manufacturing Institute (TMI) é a resposta à demanda por uma nova espécie de líder, que deve demonstrar capacidade para guiar a empresa por meio de diversas mudanças nos negócios e ter cabal conhecimento dos aspectos técnicos da produção. TMI identifica os melhores e mais brilhantes profissionais de fábrica ainda cedo em suas carreiras, proporcionando-lhes as qualificações e treinamento necessários para que se tornem verdadeiros líderes de empresas do amanhã. O Instituto pondera os benefícios de uma educação multidisciplinar e a perícia e discernimento da experiência industrial, e acredita que a universidade e a indústria devem caminhar juntas para formar o completo profissional de manufatura. TMI não é uma instituição que concede graus acadêmicos, mas sim uma instituição "guarda-chuva" que permite aos seus estudantes obterem vantagens do melhor que o Michigan College of Engineering and Michigan Business School têm a oferecer. O Instituto congrega estudantes de cinco diferentes níveis educacionais, visando desenvolver a cooperação e o trabalho em equipe e ressaltar a importância do aprendizado interdisciplinar. Os graduandos têm diversas opções de carreira, sendo igualmente bem preparados para posições de liderança tanto na área técnica como na não-técnica de uma empresa, em busca de um padrão

para a excelência em educação, oferecendo o estado-da-arte e experiência de ensino em todos os aspectos dos negócios,

d) Engineering Route to Business (ERB): no Management Department do McCombs School of Business na The University of Texas at Austin, os estudantes podem focalizar os seus estudos, selecionando um bloco de administração e um bloco de engenharia,

e) os seguintes programas são os mais novos nos Estados Unidos, também unindo engenharia e administração em vários níveis:

- Engenharia para Administração na School of Business and Industry da Florida A&M University

- Na Pennsylvania State University-Erie, encontra-se em construção o Research and Economic Development Center da Behrend's School of Business and School of Engineering and Engineering Technology, ao custo de 30 milhões de dólares. Esse centro reunirá em um local único as pessoas de engenharia e de administração, esperando-se aumentar a interação e a colaboração entre professores e estudantes de ambas as áreas.

- A University of Colorado at Boulder oferece, na graduação, opções de administração pra engenheiros.

- A University of Illinois em Urbana-Champaign oferece um programa interdisciplinar.

Aproveitando a idéia de cursos estrangeiros mais avançados, e modo ideal, um programa conjunto de graduação, pioneiro no Brasil, combinando Engenharia e Administração, criaria um novo quadro de estudantes com uma base sólida nas ciências básicas do seu campo técnico, um conhecimento operacional da tecnologia atual na sua área de interesse, uma compreensão da natureza diversa das sociedades humanas, assim como as suas tradições literárias, filosóficas e artísticas; e uma compreensão a respeito com relação aos aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais que cercam os desenvolvimentos técnicos.

Proposição do Engenhadorismo e seu currículo

Face ao seu caráter multidisciplinar, propõe-se um novo conceito: ENGENHADORISMO, um campo científico de características horizontais, com suas contribuições estendendo-se por diversos ramos da atividade humana, da Engenharia à Gestão Empresarial, passando pela Economia. O seu aspecto mais distinto é a flexibilidade que oferece: se distribuindo produtos pelo mundo ou fabricando automóveis, todas as atividades compartilham o objetivo comum de economizar dinheiro para as companhias e aumentar a eficiência delas. Em resumo, descobre-se como produzir de modo ótimo, "engenheirando" processos e sistemas que melhoram a qualidade e a produtividade que levam à eliminação de desperdícios de tempo, dinheiro, materiais, energia e outros bens.

Esses profissionais serão totalmente integradores de sistemas, otimizando o que hoje existe e imaginando como deve ser no futuro. Enquanto que em alguns ramos da Engenharia fica-se realmente envolvido com o detalhamento técnico, dificilmente saindo-se do ambiente da fábrica ou do

ambiente operacional, o mesmo não ocorreria com o profissional ambivalente, o qual passaria a maior parte do tempo estabelecendo enfoques científicos e sistêmicos para os problemas serem resolvidos a longo prazo, ao invés de obterem-se soluções temporárias.

Para a proposição do currículo e a partir do pesquisado com os clientes, determina-se o melhor agrupamento de cursos que preencheriam aquelas necessidades e expectativas. Como a ênfase é na Business-Engineering Technology, sugere-se que o currículo deva ter as seguintes características:

- ser interdisciplinar
- ter professores engenheiros e administradores, tanto pertencentes à academia quanto, necessariamente, do mercado.

- ter turmas multidisciplinares

- enfatizar a realização de projetos e de estudos de caso

Combina-se o programa de administração com a experiência e conhecimento da engenharia, oferecendo um "mix" com a administração, os estudantes obtendo avanços em ambas as áreas, qualificando-se em administração de empresas e engenharia.

Com base nessas idéias, sugere-se, inicialmente, a inclusão das seguintes disciplinas:

- Introdução à Engenharia e à Administração de Empresas

- Economia do Empreendimento

- Administração de Marketing

- Teoria Comportamental na Administração

- Sistemas de Informação

- Administração de Operações

- Estratégia Empresarial

- Entrepreneurship e E-Commerce

- Administração Estratégica da Tecnologia

- Comunicação e Negociação

A cobertura balanceada entre os enfoques administrativos e as técnicas quantitativas, com uma cobertura dos problemas atuais do mundo real, aproveita a experiência de casos clássicos [ROTHSCHILD (1992), JURAN (1999), HAMMER e STANTON (1999) e LEE (2000)] e capacita os alunos para lidarem com as mudanças causadas pelos avanços nas novas tecnologias da informação e dos computadores. Adicionalmente, metas importantes são o desenvolvimento das capacidades dos alunos para compreenderem as interfaces com as outras áreas funcionais da organização, entenderem a terminologia, a modelagem, as metodologias e os recentes avanços tecnológicos da área, considerando os aspectos internacionais [KERZNER (1999) e PENA e REIS (1999)], éticos [DAVENPORT, (2000)] e sociais [PATEL (1995)].

Os trabalhos maiores e mais importantes são os chamados projetos, não se restringindo a um único ao final do curso, porém tarefas ao longo de todo o curso, cuja profundidade iria aumentando à medida que os anos passam, requerendo pesquisa e interação entre organizações, indústria ou governo, e a universidade. O objetivo dos projetos é aplicar e integrar os conceitos e técnicas aprendidas na sala de aula em problemas mais realísticos do que possam ser encontrados nos livros, fornecendo aos alunos uma experiência "hands-on" em resolver problemas do mundo real.

Desse modo, os projetos são a parte mais importante do curso. O modelo, a análise e a solução dos problemas devem fazer uso das técnicas aprendidas, e identificar um problema de decisão. Consiste basicamente na construção de um modelo dos processos envolvidos, meios para coletar e validar os dados e apresentação das conclusões e recomendações baseadas naquela análise, ou seja, formular o problema em termos quantitativos, identificar apropriados métodos para solução e indicar que programas computacionais foram usados para se gerar as soluções [GRAY e KABBANI (1994) e ROBINSON(2000)].

Esse currículo guiaria os estudantes para cargos administrativos gerais, culminando a assunção de posições de liderança nas empresas. A ênfase é colocada na idéia de integração das disciplinas, vital para o sucesso das empresas industriais e de prestação de serviços no mundo global dos negócios de hoje, focalizando a integração de estratégia dos negócios e manufatura.

Finalmente, como idéia inovadora, o conceito de um programa de residência engenheira, nos moldes semelhantes à residência médica.

RESULTADOS QUE O MUNDO JÁ APRESENTA

Para comprovar o quanto os engenheiros contribuíram ou contribuem para o desenvolvimento da administração, citam-se alguns exemplos, limitados por questão de brevidade:

a) Henri Fayol (1841-1925), de origem francesa (porém nascido em Constantinopla), licenciou-se em Engenharia de Minas em St. Etienne, tendo sido o primeiro pensador da gestão.

b) Frederick W. Taylor (1856-1917), pai da gestão científica e padroeiro do conceito de produção em massa, formou-se em engenharia mecânica, sendo mais conhecido por seu livro "Princípios da Administração Científica".

c) Henry Ford (1863-1947), um dos principais responsáveis pela produção em massa na indústria automobilística, pioneiro em engenharia de automóveis. Em 1903, Ford fundou a Ford Motor Company, da qual foi presidente de 1906 a 1919, e mais tarde, de 1943 a 1945, já com oitenta anos. Embora não tenha tido educação formal em engenharia, foi presidente da Sociedade de Engenheiros de Automóveis na época de sua fundação, 1905.

d) Alfred P. Sloan, Jr. (1875-1966), graduou-se em Engenharia Elétrica pelo MIT em 1895, tendo escrito "Eu e a General Motors" (1963), que comprovou a sua contribuição para a teoria e prática administrativas. Seu conceito-chave foi a da organização divisional, implementada na GM, buscando criar uma cultura, uma estratégia e uma direção globais.

d) W. Edwards Deming (1900-1993), engenheiro eletrônico com doutorado em Matemática Aplicada à Física, foi o guru máximo na gestão da qualidade.

e) Joseph M. Juran (1904-), licenciado em engenharia eletrônica, como Deming, foi um dos pioneiros da gestão da qualidade.

g) David Packard (1912-1996). Em 1937, com William Hewlett fundou uma empresa de sucesso mundial, a Hewlett-Packard. David Packard recebeu um BA e um Master em Engenharia Elétrica pela Universidade de Stanford, tendo criado o conceito de "management by wandering about".

h) Igor Ansoff, (1918-), formado em engenharia e matemática, é o principal responsável pela formulação do conceito de gestão estratégica.

i) Henry Mintzberg (1939-), licenciou-se em engenharia mecânica pela Universidade de McGill (Canadá) e doutorou-se em Gestão no MIT, sendo um dos mais importantes gurus mundiais da estratégia administrativa.

j) Tom Peters (1942-), graduou-se e recebeu o título de mestre em engenharia civil pela Universidade de Cornell, bem como o MBA e Ph.D. em gestão pela Universidade de Stanford. Nos anos 90 e no presente século, Tom Peters defende a idéia de que o sucesso empresarial reside nas pequenas empresas, com estruturas simples e em constante comunicação e transformação. Seus conceitos-chave são a excelência empresarial e o serviço ao cliente.

l) Michael Porter (1947-) licenciado em engenharia mecânica e aeroespacial, tem MBA e Ph.D. em Economia Empresarial, ambos pela Universidade de Harvard. De seus livros resultaram conceitos-chave que marcaram a administração, tais como estratégia, competitividade e matriz das cinco forças.

m) Peter Senge (1947-) formado em engenharia aeronáutica; tem um mestrado em Social Systems Modeling e Ph.D. em administração pelo MIT. Seu conceito-chave é o da aprendizagem organizacional ou organizações em aprendizagem. Para Senge, a alta administração deve encorajar os empregados a serem receptivos a novas idéias, a criar uma visão coletiva e a trabalhar conjuntamente de forma a atingirem os seus objetivos.

n) Michael Hammer (1948-), criador da reengenharia de organização centrada no processo. Ex-professor de Computer Engineering at MIT, recebeu o BS, MS e PhD em Computer Engineering da mesma instituição de ensino.

CONCLUSÕES

Sendo a avaliação parte importante de qualquer programa acadêmico, sugere-se uma discussão ampla para essa proposta, com um mínimo das seguintes modalidades [BRYANT, 2000]:

- avaliação, por uma comissão de professores, dos possíveis resultados alcançados em termos de aprendizagem, no curso final de integração de conhecimentos.

- avaliação, pelos clientes, do desempenho de grupos de estudantes.

- estudos longitudinais de graduados egressos do programa de Engenharia, conduzidos pela instituição de ensino.

Como relato de experiências embrionárias e motivação para se compreender esse artigo além do contexto local a ser apresentado, no Management Department da University of Wisconsin-La Crosse, desde 1999 existe uma integração entre as disciplinas Marketing, Finanças e Operações, na qual o aluno se matricula em um curso que engloba os três assuntos. No Brasil, pode-se citar o acontecido no Instituto Militar de Engenharia, que mudou o enfoque do mestrado em Pesquisa Operacional no Departamento de Engenharia de Sistemas, evoluindo para o de Otimização de Sistemas Organizacionais. A inclusão, na estrutura do curso, de disciplinas voltadas para a visão mais administrativa, levou a mudanças, embora pequenas, na graduação, durante a qual o aluno deve cursar matérias fora de sua especialidade.

A partir das premissas expostas neste artigo, como sugestão para prosseguimento desse tema sugere-se ampliar o campo de aplicação no sentido de serem ouvidas outras universidades, de tal modo que se construa uma rede de conhecimentos que traga melhoria para todos os envolvidos no processo de ensino; adicionalmente, enfatizar mais a abordagem de Administração no desenvolvimento das disciplinas específicas de Engenharia.

Convém trabalhar para que se acabem os estereótipos e que haja uma integração entre as organizações e as escolas de engenharia, em que os nomes não mais restrinjam o ensino e a aplicação, no mundo real, dos conceitos aprendidos.

A educação de engenheiros pode ser transformada, combinada e amalgamada para maior aplicabilidade e relevância. O modo como educamos os líderes dos empreendimentos industriais de amanhã deve ser mudado tal que eles possam influir na maneira em que as companhias do futuro irão pesquisar, projetar e construir seus produtos, administrar a força de trabalho, vender seus produtos e serviços e formular suas estratégias. Neste artigo, sugerimos como as instituições educacionais devem responder a esses novos desafios. Se as instituições de engenharia e de administração assim o desejarem, tal simbiose é plenamente possível.

O principal resultado desse enfoque será uma integração de conhecimentos, resultando na formação de profissionais conscientes do enfoque sistêmico da educação, cuja utilidade se verificará na condução de seus negócios na área produtiva e fora dela.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer o apoio do Management Department da University of Wisconsin-La Crosse e do Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRYANT, J. An undergraduate curriculum in business and engineering, In: IEEE-USA Careers Conference, San Jose, California, November 2, 2000.

- DAVENPORT, T. O. Workers are Not Assets, In: Across the Board-The Conference Board Magazine, Vol. XXXVII, No. 6, p.30-34, June 2000.
- GRAY, D. E KABBANI, N. Right Tool, Place, Time. OR/MS Today, Vol. 21, No. 2, p. 34-35, 38-41, April 94.
- HAMMER, M. e STANTON, S. How Process Enterprises Really Work. Harvard Business Review, 108-118, November-December 1999.
- JURAN, J. A Man of Quality, Conversations with Joseph Juran. IIE Solutions, Vol. 31, No. 3, p. 28-35, March 1999.
- KERZNER, H., International Project Management, Chapter 19, In: Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling. Van Nostrand Reinhold: New York, pp. 895-920, 1997.
- LEE, J., Sr. Knowledge Management: The Intellectual Revolution. IIE Solutions, Vol. 32, No.10, p. 34-37, October 2000.
- MAGTANTI, T. H. Operations Research and the education of technically-grounded leaders. IFOR, Mitteilungen Nr. 41, April 1997 (www.ifor.math.ethz.ch/im/41/index.en).
- PATEL, N. Different Worlds, Different OR. OR/MS Today, p. 36-39, June 1995.
- PENA, L. e REIS, D. Emerging Latin America. Revista de Administração de Empresas. Vol. 39, No. 2, p.33-45, April-June 1999.
- ROBINSON, R. A Business Executive's Guide to Modern OR. OR/MS Today, p. 22-27, June 2000.
- ROTHSCHILD, M. The Henderson Revolution. UpsideMagazine, pp1-3, www.bionomics.org/text/resource/articles/ar_008.html, December 1992.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Dayr Américo dos Reis

Engenharia Aeronáutica, ITA 1957; Pós-Graduação em Engenharia Econômica, Escola Nacional de Engenharia 1964; Mestre em Administração de Empresas, EAESP-FGV 1972; Ph.D. em Management Science, Michigan State University, USA 1977.

Professor Titular e Chefe do Department of Management, University of Wisconsin-La Crosse, USA, desde 1995, foi Professor da EAESP-FGV por nove anos 1970-1979. Tendo mais de uma centena de publicações, atua nas áreas de administração de produção, operações e logística, qualidade e pesquisa operacional. Interessa-se pelos projetos pedagógicos e técnicas de ensino da educação em engenharia.



Paulo Afonso Lopes da Silva

Oficial do Exército, Academia Militar das Agulhas Negras-AMAN, 1971; Licenciado em Pedagogia, Faculdade Notre Dame, 1974; Bacharel em Estatística, Escola Nacional de Ciências Estatísticas-ENCE/IBGE, 1978; Engenheiro de Telecomunicações, Instituto

Militar de Engenharia-IME, 1979; Mestre em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, 1980; Ph.D. em Operations Research, Florida Institute of Technology, Estados Unidos, 1989; Professor Titular do IME; Professor da Fundação Getulio Vargas-Management; Professor-at-large, Florida Institute of Technology, USA; Professor (Visiting Scholar), University of Wisconsin-La Crosse. Foi Chefe do Departamento de Engenharia de Sistemas, IME. Entre as distinções recebidas, destacam-se o "British Army Award", primeiro colocado no Curso de Engenharia de Telecomunicações do IME, o "Distinction Award" da Florida Academy of Sciences, USA e a inclusão no Who's Who in the World, .Who's Who in Science and Engineering e Who's Who in Finance and Business. Autor do livro "Probabilidades e Estatística", também editado em espanhol pela Prentice-Hall, e de artigos em revistas científicas e anais de congressos nacionais e internacionais nos assuntos estatística, pesquisa operacional, administração de operações, qualidade e educação. Consultor da UNESCO.

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DA ENGENHARIA NO CONTEXTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Paulo Márcio da Silveira¹

RESUMO

A ampla evolução científico-tecnológica, sua difusão e aplicação nos mais variados setores da sociedade, tem trazido profundas transformações, promovendo a 'mundialização' da cultura e influenciando a globalização das finanças e da produção. Sabe-se que os conhecimentos científicos e tecnológicos vêm crescendo exponencialmente desde a segunda guerra mundial. Isto, de certo modo, tem causado "problemas" para os mais diversos ramos das atividades humanas, em destaque a área de ensino da engenharia. Esta área vem passando por uma crise de valores, onde o entendimento tradicional sobre o que representa profissão, trabalho, educação, universidade, pesquisa e desenvolvimento, começa a se mostrar irreal. Como poderá a universidade, principalmente a área das engenharias, sobreviver em um mundo em que a tecnologia tem evoluído em períodos menores que o próprio período de formação? Como combinar a rapidez do surgimento de novos conhecimentos e um ensino de qualidade, de tal modo a se evitar a formação dos chamados "analfabetos tecnológicos"? Neste artigo, o autor apresenta algumas reflexões sobre o atual cenário acadêmico e como a universidade deve preparar os profissionais do futuro.

Palavras-Chaves: Evolução tecnológica, Mercado de trabalho, Ensino do futuro

ABSTRACT

The wide scientific and technological evolution, its diffusion and utilization by society in general, has brought deep transformation to our life. The production and financial globalism together with the world culture have been influenced by this tremendous evolution. The scientific knowledge has increased exponentially since the Second World War. All over the world the companies have had problems in managing this rapid evolution. The teachings of engineering have been affected. There is a values crisis and many issues about profession, work, education, research, etc., in order to graduate an engineer must be revised. The crucial question is: how the universities will survive in the world where the technology has developed more quickly than the scholar period? In this paper the author presents some reflections about the actual academic scenery and how the university must prepare the professionals of the future.

Key-words: Technological evolution, Work market, Future learning

INTRODUÇÃO

Assiste-se, no mundo de hoje, intensas transformações em todos os setores da sociedade, incluindo a educação. Dentre as causas de tais mudanças estão a rápida evolução do conhecimento científico-tecnológico e a intensa produção de bens e serviços. Destaque pode ser dado ao espetacular desenvolvimento das tecnologias de informação e das comunicações em geral, os quais vêm intensificando relacionamentos intercontinentais e, como consequência, estabelecendo novas concepções de aproveitamento de tempo-espaco, promovendo a internacionalização da cultura

e do conhecimento e, em relevo, estimulando cada vez mais a globalização das finanças.

Também no cenário nacional essa nova ordem se faz transparecer, obrigando as empresas e demais setores da sociedade brasileira, incluindo as universidades, a encontrarem novos pontos de equilíbrio em suas relações comerciais, sociais, culturais, políticas e religiosas.

Sem dúvida, é o setor da engenharia um dos mais afetados por todo esse frenesi, considerando que tal exigências de um mundo moderno e sedento por novidades que possam trazer conforto, bem estar e qualidade de vida.

¹ Professor, Doutor. Universidade Federal de Itajubá, GQEE - Grupo de Estudos da Qualidade da Energia Elétrica, ISEE, 035 3629-1393, Av. BPS, 1303, 37.500-906, Itajubá, MG, E-mail: pmarcio@iee.efei.br

Por sua vez, a extrema não linearidade na relação dos diversos fatores deste imenso turbilhão, principalmente da economia, produz um complexo movimento de instabilidade no mercado de trabalho, reduzindo a oferta de emprego inclusive aos engenheiros, sobretudo aqueles provenientes das chamadas engenharias clássicas: civil, mecânica e elétrica. Tal fenômeno provoca um baixo interesse por tais cursos nas universidades, não somente no Brasil como em diversas partes do mundo. Aliado a tais questões assiste-se atualmente a uma massificação do ensino fundamental, significando que a educação se expandiu, mas a escola de segundo grau não renovou seus paradigmas, lançando para o ensino superior jovens com sérias deficiências de aprendizado. Não é raro que se encontre, nos primeiros semestres dos cursos universitários, turmas inteiras politicamente apáticas, culturalmente desinteressadas, sem sede do saber e com pouca iniciativa e motivação ao estudo e à pesquisa.

Como conseqüência dos diversos fatores citados, importantes questões passam a fazer parte da vida cotidiana das faculdades ou institutos de engenharia de muitas universidades, muito embora tais discussões não sejam restritivas a esta área. Dentre muitas questões, algumas podem ser consideradas fundamentais: Como tornar atrativo os cursos de engenharia? Como buscar a qualidade do ensino, contornando a presente situação? Como preparar, de maneira adequada, professores e alunos, futuros profissionais, para esta era da informação? Haverá realmente como adequar o ensino/treinamento diante de uma tecnologia que evolui vertiginosamente? Estas questões não são tão simples de serem respondidas, porém, é possível refletir sobre elas no sentido de poder contribuir com idéias que, somadas a outras, tragam luzes para essa nova era ainda no seu alvorecer.

Assim sendo, segue algumas reflexões considerando a evolução tecnológica e suas conseqüências para a sociedade bem como algumas idéias propostas para o ensino da engenharia.

A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA

Sociólogos e historiadores dividem a evolução do conhecimento em cinco estágios ou eras que vão desde a pré-história até os dias atuais: (i) a era da caça/coleta, (ii) a era agrária/pastoril, (iii) a era industrial, (iv) a era pós-industrial e (v) a era da tecnologia da informação, denominado por alguns autores de *infoera* (Zuffo e Gama, 1996).

É certo que a partir do século XIX, quase já na era pós-industrial, foi intensificada a busca e a apropriação de conhecimentos científicos para a produção de tecnologias. Desde então, os conhecimentos científicos e tecnológicos cresceram exponencialmente, sendo que mais de 80% deles foram gerados a partir da segunda guerra mundial. Extrapolando tal taxa de variação, chega-se à conclusão de que a cada 4 ou 5 anos, grande percentual dos novos utensílios e dispositivos em uso no final de cada período, sequer terão sido imaginados no período anterior.

É curioso dizer que cada uma das quatro primeiras eras teve duração cada vez menor em relação a anterior. Ainda, segundo Zuffo e Gama (1996), pode-se relacionar tal duração com a velocidade com que os diferentes grupos humanos interagem, trocando conhecimentos. Como esta interação depende da tecnologia disponível para a difusão das idéias, dos bens e dos serviços, conclui-se então que a era atual terá como características a duração muito curta, muitas mudanças e, ao mesmo tempo, confundirá o surgimento de novas eras.

Estas mudanças tão rápidas já passaram a fazer parte do cotidiano da humanidade graças ao avanço da microeletrônica, da informática e das comunicações. A Internet é o instrumento mais palpável e incontestável desta revolução que se instalou no nosso meio nos últimos anos, difundindo idéias, bens e serviços ao redor do mundo em frações de segundo.

Estimam-se hoje mais de 600 milhões de computadores em todo mundo e projeta-se para o ano 2015, milhões de brasileiros utilizando supercomputadores de bolso e uma quarta geração de celulares interligando todas as redes e viabilizando a *pervasive computing*. Diz-se que o *big boom* do comércio eletrônico está apenas começando e que, em alguns anos, serão milhões de consumidores móveis fazendo compras de dentro de um automóvel, de um avião, na praia, no clube, pagando tudo por cartões de crédito virtuais presentes nos celulares e nos computadores.

Bilhões de microprocessadores com capacidade de comunicação estarão espalhados por todos os lugares, auxiliando o mapeamento, controlando trânsito, reconhecendo carros roubados, identificando bandidos e localizando objetos, animais e pessoas. Dispositivos tais como o *video-telephone-computing* será o *dream gadget* dos executivos e a TV digital, o *Video on Demand (VOD)*, a tecnologia *wireless* e *wi fi*, o *Personal GPS* e tantas outras parafernalias tecnológicas, divulgadas pela *International Telecommunication Union Telecom World*, estarão presentes no cotidiano das pessoas.

Especificamente na engenharia elétrica (sistemas elétricos), área de atuação do autor, nunca houve, em tão curto espaço de tempo, tanta inovação: automação de usinas e subestações, previsão e controle de carga, sistemas integrados de medição e controle de processos *on-line*, proteções numéricas de alta velocidade, novos equipamentos com tecnologia ótica e materiais inteligentes etc. Tudo isso, em pouco menos de duas décadas, passou a fazer parte do cotidiano das concessionárias de energia elétrica e da indústria em geral.

Fato é que, por força da geração de novos conhecimentos, sua difusão rotineira e, conseqüentemente, inovações tecnológicas são anunciadas quase que semanalmente.

Para o futuro mais remoto surgem cientistas visionários, mais fantasiosos que racionalistas, e apresentam esboços imaginativos desse admirável mundo novo. Críticas à parte, indícios de uma outra evolução de grande impacto para a humanidade está em seus primeiros passos e, para um futuro não tão remoto, surge como um dos frutos da Nanociência e da Nanotecnologia a assim chamada Computação Quântica.

Quando Gordon Moore (1965), co fundador da Intel, afirmava que o número de transistores que podem ser colocados em um único *chip* iria dobrar a cada ano, certamente ele não imaginava essa outra revolução, quem sabe, pode-se dizer, uma outra era mais espantosa que a atual.

A Lei de Moore continua válida até os dias de hoje, reduzindo custos dos *chips*, aumentando a velocidade de processamento e diminuindo o tamanho dos componentes eletrônicos, conforme mostra a figura 1. Segundo dados da Intel (2004) hoje um processador do tipo Itanium 2 já possui mais de 400 milhões de transistores e um Pentium IV já atinge velocidades de *clock* acima de 5 GHz.

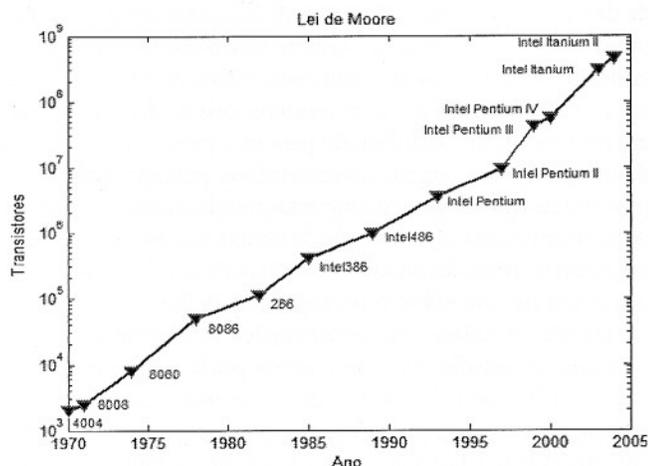


Figura 1 – Número de transistores por família de processadores. Fonte Intel (2004)

Como se percebe, para que a capacidade e a velocidade de processamento sejam cada vez maiores, torna-se necessário que o tamanho dos componentes eletrônicos, que representam *bits* em *chips* de computadores, sejam cada vez mais reduzidos. Ora, é isto que vem acontecendo nestes últimos 40 anos. Nesta taxa de crescimento ou, melhor falando, de integração de componentes, especialistas têm projetado para o ano de 2020 elementos de dimensões atômicas. Em outras palavras, daqui a alguns lustros 1 *bit* de informação será representado por um único átomo, não havendo mais como aumentar a densidade de *bits* por *chip*. Seria este então o limite da capacidade de um computador em termos de capacidade e velocidade de processamento? Espantosamente acredita-se que isto não seja a verdade dos próximos anos, pois na escala atômica, o paradigma clássico da Máquina de Turing deixa de ser válido. Quem passa a governar os fenômenos físicos nessa escala atômica é a Mecânica Quântica e, neste caso, os processos computacionais deverão obedecer às leis dessa teoria física e não mais às regras de uma idealização matemática concomitante à física clássica de Newton e Maxwell.

É sabido que, no computador atual, os circuitos eletrônicos que representam *bits* são elementos baseados na física clássica. Como consequência cada *bit* pode adquirir somente os valores “0” ou “1”, portanto mutuamente excludentes. Já no mundo atômico, a mecânica quântica nos comprova que

os *bits*, mais corretamente denominados de *qubits* (*quantum-bits*), podem assumir os valores “0” e “1” simultaneamente. Portanto, no computador do futuro, entrará em ação a propriedade da *superposição dos estados quânticos* (Sauter et al, 1986). Com a ajuda de algoritmos especiais, esta propriedade já tem sido demonstrada em diversos laboratórios do mundo, resultando em ganhos de velocidade de processamento inimagináveis. Peter Shor (1993) fez isto através de seu algoritmo quântico e mostrou que a fatoração de um número de comprimento 512 *bits* levava apenas 34 s, ao passo que para um supercomputador clássico o tempo era de 4 dias. A mesma teoria mostra que um número formado por 2048 *bits* levaria 36 min contra 100.000 bilhões de anos em um computador clássico.

Avanços continuam acontecendo na nanociência e diversas razões levam a crer que daqui a mais ou menos 15 anos o primeiro computador quântico estará sendo ligado. A partir de então, muitos paradigmas serão novamente quebrados, a começar pela segurança das informações. Mensagens classicamente criptografadas não serão secretas nem mesmo para o mais jovem iniciante em programação.

O MERCADO DE TRABALHO E SUAS NOVAS EXIGÊNCIAS

Pode-se afirmar com certeza que, ao longo destes últimos anos, esta enorme evolução da tecnologia, principalmente aquela representada pela informática em geral (*software* e *hardware*) e pelas comunicações, vem interferindo e afetando o mercado de trabalho, bem como, a nível pessoal, nos atributos, nas habilidades e nas competências dos profissionais, praticamente em quase todas as áreas do conhecimento humano.

É certo também que os impactos das novas tecnologias ainda não influenciam igualmente todas as atividades da vida humana, porém vê-se claramente que, em alguns casos, tal avanço tecnológico vem causando, já há tempos, o desaparecimento de ocupações preexistentes (Filho e Pereira, 2003). Neste sentido, a globalização vem sendo transformada, por ignorância de alguns e ambição exacerbada de outros, em “um mega espetáculo, que nem sempre revela os seus bastidores, como o desemprego, a perda do poder do Estado frente ao mercado e o fortalecimento do imperialismo de países ricos, dentre outros aspectos” (Chiganer et al. 2003). Um exemplo clássico a ser observado é o caso da automatização de muitos serviços presentes no dia a dia das pessoas (bancos, correios, telefonia, etc.), tudo cada vez mais prático e ‘eficiente’. Por sua vez, as invenções e descobertas pertinentes provocam problemas sociais como o desemprego e o subemprego, obrigando muitos profissionais a se reciclarem caso não queiram ficar nas filas de espera. Com certeza isso merece uma reflexão aprofundada dos cientistas e dos empreendedores, devendo inclusive fazer parte da formação dos engenheiros, no sentido de buscarem soluções para esse lado obscuro da modernidade.

Toda esta dinâmica atual do mercado de trabalho, a qual também inclui a manutenção de certas atividades, bem como a criação e recriação de outras, vem provocando transitórios cada vez mais freqüentes, exigindo rápidas ações para a estabilização dos fatos. Seguem algumas reflexões:

1 - A rapidez de colocação de produtos no mercado, bem como a rapidez de modificação destes mesmos produtos com introdução de novas tecnologias, tem sido, quase sempre, uma decisão de fabricantes, muitas vezes não discutidas e não planejadas pelos usuários. Exemplo mais típico desta prática acontece no mercado de microcomputadores. Um novo modelo de processador (inclui-se também memórias e demais periféricos) sempre é lançado no mercado sem que o seu antecessor tenha sido em boa parte explorado em sua capacidade de trabalho. Isto acontece não apenas com computadores, mas de modo geral com muitos dispositivos eletrônicos de uso residencial, comercial e industrial. Tais procedimentos acabam por gerar alterações estruturais e comportamentais de tal magnitude e às vezes tão inesperadas, que as empresas demoram em acompanhá-las, bem como se adaptarem aos novos modelos e métodos. Isto acaba levando a uma lacuna entre o avanço científico/tecnológico e a capacidade de reorganização dos usuários finais. Exemplificando tal fato, há pouco tempo atrás, as empresas de energia elétrica contavam com equipes bem distintas para trabalharem nas áreas de controle e proteção. Hoje, a integração de grande número de dispositivos (*Intelligent Electronics Devices - IEDs*) dentro das subestações automatizadas, influencia decisivamente nos procedimentos de manutenção/operação, bem como obriga a existência de equipes mistas, cujos conhecimentos técnicos devem envolver, no mínimo, sistemas de proteção, controle, comunicação de dados, *software* e *hardware*, compatibilidade eletromagnética, etc. Tal exemplo nos remete a uma segunda reflexão.

2 - Com a evolução tecnológica, a multiplicidade de conhecimentos necessária para um profissional tende a ser cada vez maior. Como exemplo, não é raro nos dias atuais que um engenheiro eletricitista tenha que ter ao menos noções de sistemas digitais, comunicação de dados, fibras óticas, computação, *software*, além de todo o conhecimento inerente à sua formação. Considerando ainda que muitas das novas tecnologias não são de substituição imediata, elas deverão coexistir durante certo tempo com as tecnologias tradicionais, significando um aumento do universo de atuação dos profissionais da área.

3 - Frente à grande quantidade de inovações tecnológicas, muitas questões passam a fazer parte da dinâmica dos profissionais comprometidos com os processos de produção de bens e serviços, com a operação dos sistemas e equipamentos e manutenção dos mesmos. Pode-se citar, por exemplo, para todas as áreas aonde novas tecnologias serão empregadas: (i) esforços de padronização, (ii) desenvolvimento de novos procedimentos, (iii) elaboração de novas normas de fabricação, de operação, de manutenção, etc., (iv) novas preocupações com fluxo de dados, flexibilidade quanto às modificações, portabilidade, confiabilidade, supor-

tabilidade, sensibilidade e tantos outros. Estas e outras questões vêm se tornando assuntos importantes e freqüentes nos fóruns nacionais e internacionais. O que se deseja é buscar soluções, minimizar problemas, estabelecer regras, etc.

4 - As inovações tecnológicas, produzidas pelas ciências, transformam a sociedade e essa sociedade tecnicizada, por sua vez, acaba por transformar a própria ciência. Nesta via de mão dupla entram em jogo interesses políticos e econômicos do Estado e de grandes corporações, os quais desempenham um papel ativo nesse emaranhado de ações de acordo com suas finalidades, seus programas e subvenções. Assim, as últimas décadas foram também marcadas por índices elevados de desemprego afetando as áreas da engenharia clássica. As mega-fusões corporativistas, sempre com o objetivo de reduzir custos e maximizar lucros, bem como a falta de investimentos em áreas estratégicas que necessitam dos profissionais das engenharias, vêm contribuindo para este panorama. No setor de energia elétrica, seja nas concessionárias, principalmente pós-privatização, ou nas grandes empresas multinacionais, a política de corte de pessoal, a paralisação de obras e contenção de custos é também mais um dos inúmeros exemplos deste rolo compressor que passa pesado sobre o mundo do trabalho.

Diante de todas estas constatações fica evidente que o mercado de trabalho passará a buscar profissionais cada vez mais qualificados, o que já vem ocorrendo nestas últimas décadas. Como os engenheiros são os principais responsáveis em promover a adaptação dos avanços tecnológicos nos procedimentos de planejamento, implantação, construção, fabricação, operação e manutenção de bens, obras e sistemas, estes profissionais serão olhados cada vez mais com olhos clínicos por parte das empresas. Somente os mais aptos cairão nas graças dos *talenthunters*. Tal realidade abre uma ampla discussão entre os formadores destes profissionais, cuja base está focada em uma pequena pergunta: como deve ser o engenheiro do futuro?

Embora não seja tão simples a resposta para tal questão, diversos autores, dentre eles Bazzo (2000), Colenci Jr. (2000), Kravchychepr (1999), Soledade (1999), Figueiredo (1997), Shiga (1995), vêm apontando várias características para o profissional da engenharia dos dias atuais, muitas das quais unânimes e reconhecidas, resumidas e agrupadas nas linhas a seguir:

- ter sólida formação geral de sua profissão;
- ter domínio das ciências básicas (física, matemática, química);
- ter domínio de linguagens computacionais;
- ter domínio de pelo menos uma língua estrangeira;
- ter disposição para uma ampla formação continuada;
- ter formação tecnológica atualizada;
- ter formação gerencial;
- ter elevado sentido ético, social e responsabilidade profissional;
- ter capacidade de comunicar suas idéias, expressar-se claramente e defender seus projetos;
- ter mentalidade aberta e atitude positiva diante da vida, com bom relacionamento humano;

- ter habilidades para lidar com imprevistos e capacidade de reconhecer problemas e solucioná-los;
- ser autodidata, possuir ampla cultura;
- ser capaz de trabalhar/coordenar equipes multidisciplinares e tomar resoluções conjuntas;
- saber negociar mediante pressão;
- ser pró-ativo e ter senso de curiosidade por novos conhecimentos;
- ser dinâmico, criativo, flexível e aprender com rapidez para desenvolver soluções tecnológicas e integrar o saber de várias áreas do conhecimento;
- deve possuir uma ampla visão sistêmica de forma que possa entender a interdependência e o alcance social de suas ações como agente decisivo.

Como se depreende, não são apenas os aspectos técnicos, incluindo o raciocínio e o conhecimento que estão em jogo na formação do engenheiro, mas também questões culturais e comportamentais (Filho e Pereira, 2003). Baseado então em tais conclusões é que a universidade deverá interferir promovendo uma ampla formação no profissional, deixando suas marcas, as quais devem ser tão profundas quantas forem as exigências da era vigente.

A UNIVERSIDADE ATUAL

É sabido que, na maioria dos cursos de engenharia no Brasil, a grade curricular ainda é idealizada sob a influência da Resolução 48/76, do extinto Conselho Federal de Educação (CFE, 1976). Normalmente os cursos, em suas diferentes fases, estão divididos em dois ciclos: o básico e o profissionalizante.

Ocorre que na maior parte das vezes as fases e os ciclos são desconexos, o que “na realidade é um verdadeiro paradoxo em relação à prática da própria engenharia” (Bazzo et alii, 200).

No atual sistema, ainda muito cartesiano, os professores acabam se tornando apenas cumpridores de ementas, repetindo em suas aulas o que dizem os livros e demais materiais didáticos e, por isso mesmo, impondo limites e restrições ao surgimento de idéias inovadoras.

Falhas são detectadas ao longo dos anos de formação e ao tentar corrigi-las isoladamente, constata-se que tais emendas provocaram outras falhas naquele outro período ou naquela outra disciplina. É como se fossem *softwares* corrompidos em um *hard disk* (HD): não basta remover ou instalar determinados *drivers*, pois o problema possui dimensões maiores e, muitas vezes, a única solução é a completa formatação do HD com a reinstalação dos programas.

É certo que a capacitação dos professores por meio de cursos de mestrado e doutorado tem beneficiado bastante os programas curriculares, melhorando a qualidade dos cursos. Porém, há que se constatar também que, embora isso seja uma verdade, não houve grandes evoluções nos processos didáticos. O emprego do quadro negro (desbotado de tão usado) e do giz ainda persiste na grande maioria das universidades (Silveira, 1998).

Confrontando tais questões às necessidades das empresas, que reclamam por profissionais mais qualificados

e cujo perfil refletimos a pouco, chega-se a conclusão de que a formação acadêmica tradicional, do tipo Newtoniana-Cartesiana, não serve mais para os dias atuais.

O passar destes anos tem servido para despertar a universidade para o fato de que o seu compromisso não é apenas com a cátedra do saber, com a cultura dos livros e a sua transmissão, mas também com a geração e a difusão do conhecimento. Assim, no que diz respeito ao ensino da engenharia, mudanças profundas nos cursos passam a ser necessárias, uma vez que nesse âmbito a evolução tecnológica caminha a passos mais acelerados que as mudanças dos currículos ou quaisquer outras adaptações no interior das instituições de ensino.

Certamente não haverá a necessidade de uma “limpeza completa do HD”, mas a universidade deverá estar preparada para uma modificação mais ampla nos seus padrões de formação mesmo considerando a escassez de recursos financeiros, a política de pouca contratação, a ausência de plano de carreira-docente digno e tantas outras questões. Estas, obviamente, dificultam as mudanças mais radicais e necessárias nas formas curriculares, nas metodologias de ensino e nas políticas de pesquisa e extensão. Porém, o fundamental é que a instituição esteja aberta às novas propostas pedagógicas e às eventuais correções de rumo, de modo a promover o profissional e a incentivá-lo a adquirir conhecimentos durante toda a sua vida (*formação continuada*). Cabe ressaltar que qualquer mudança no interior da universidade deverá necessariamente contar com uma mudança na mentalidade dos próprios professores e alunos, acostumados ao *establishment*. Resistência ao novo sempre existirá, mas este será um constante desafio.

NOVOS RUMOS DO ENSINO DA ENGENHARIA

Para que um novo itinerário possa ser seguido, a universidade deve trabalhar perseguindo um conjunto de metas, algumas das quais são aqui aventadas.

Mudança no Enfoque e na Metodologia do Ensino

Para início de conversa, é impossível que uma universidade seja capaz de formar um engenheiro com todas as qualidades antes listadas. Ela nem mesmo conseguirá que ele continue atualizado pelo resto de sua vida profissional. O que fazer então? Tem sido propalado, e este artigo endossa tais idéias, que a universidade deve antes de tudo desenvolver no aluno, futuro profissional, a capacidade de auto aprendizado. É necessário ensinar o aluno a aprender.

Aliado a esta mudança de enfoque, deve existir a mudança do ensino. “Este deve estar na direção da integração dos conhecimentos, na interdisciplinaridade, no trabalho coletivo, na participação dos indivíduos na construção daquilo que os afeta” (Pereira, 1997). Qualquer que seja a mudança curricular, se esta for pensada apenas em disciplinas estanques ou pouco sem atravessamento ou sem fortes ligações entre si, os resultados não retratarão as mudanças pretendidas.

A idéia não é construir apenas uma seqüência de disciplinas, como já tem sido feito ao longo destes anos, mas sim a contraposição de conceitos, aplicação de novas metodologias de tratamento de problemas e tomadas de decisão tecnicamente elaboradas (Péres, 2003). Nesta linha de raciocínio, este mesmo autor cita como exemplo a disciplina de *Acionamentos Elétricos*. “Este assunto envolve conhecimentos de motores elétricos, eletromagnetismo, circuitos elétricos, eletrônica analógica e digital, além de eletrônica de potência” (Peres, 2003). Assim como *Acionamentos Elétricos*, outras disciplinas nos cursos de engenharia elétrica possuem forte interdependência. Para tais casos devem ser repensadas: i) as formas de apresentação dos assuntos, incluindo o desenvolvimento de projetos comuns que conciliem conhecimentos diversos e expressem a prática da engenharia; ii) as formas de avaliação, as quais devem conciliar e integrar temas de mais de uma ou até mesmo várias disciplinas; iii) as formas de estágio, dentro ou fora da universidade, que sejam tutorados por professores ou grupos de estudo; iv) as formas dos trabalhos de final de curso, os quais devem abranger o saber acumulado ao longo dos anos de formação, realizados por grupos de alunos e guiados por grupos de professores. Todos têm de concordar que tais práticas são excelentes exercícios de interdisciplinaridade.

Dentro desta dinâmica, é necessário existir também uma comunicação maior entre as disciplinas do ciclo básico e do ciclo profissionalizante. Integrar professores e pesquisadores da matemática, da física, da química, etc., em projetos especiais contribui para a melhoria da qualidade dos resultados pretendidos. Filho e Pereira (2003) vão além e enfatizam que “nenhuma disciplina deverá estar desvinculada do contexto social em que o ensino está inserido, sem que seja considerada a historicidade da sua criação e os princípios que permeiam a melhoria de vida da população”.

Quanto à prática diária, alguns elementos devem acompanhar a execução das disciplinas, tais como:

- visão clara da finalidade do curso e da meta a ser cumprida;
- exposição dos temas em seqüência apropriada;
- prática mais intensa de laboratório;
- diminuição de carga horária de sala de aula convencional e acréscimo de carga extra sala de aula, tais como atividades de pesquisa, leitura, trabalhos, palestras, etc.;
- exposição constante aos problemas reais através de contato com empresas para análise de dados reais, aplicações de campo, etc.

Mudanças de Postura de Docentes e Discentes

O aperfeiçoamento aqui pregado não significa apenas titulações (mestrado/doutorado ou pós-doutorado), mas também de posturas frente às novas metodologias propostas.

O professor deve assumir muito mais a função de orientador ou condutor de caminhos para se alcançar os objetivos traçados, do que o de formatador dos cursos tradicionais de engenharia.

Deseja-se, portanto, que professores e alunos possam interagir de forma mais intensa, como verdadeiros construtores do conhecimento, num processo que evolui e transforma o conteúdo de acordo com as necessidades do momento.

Também o corpo discente deve se preparar, com a ajuda especial da própria universidade, para tais mudanças. Os alunos devem se sentir co-responsáveis pelo andamento das atividades e dedicar-se, em horários extra classe, às consultas bibliográficas, ao desenvolvimento de atividades práticas adicionais, à participação de debates em fóruns diversos. Espera-se que os mesmos assumam, de forma mais enfática, uma postura crítico-construtiva diante das questões que lhes são apresentadas e que não sejam meros receptores de informações.

Busca de Parcerias Empresa-Universidade

Este é mais um ponto crucial e de enorme importância para os dias atuais. Uma experiência que vem dando resultados, especificamente para o setor da engenharia elétrica, é a aplicação da Lei 9.991. Esta lei estabelece que as empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica devem investir 0,75% da sua receita anual em programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) visando a melhoria e o crescimento qualitativo do setor. Tais P&Ds, gerenciados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, devem ser realizados em parceria com universidades e/ou centros científicos de qualidade e de reconhecida competência na área. Segundo Silveira e Abreu (2004), em decorrência das parcerias viabilizadas por esta lei, passa a existir uma maior interação entre professores e alunos dos diversos níveis, da graduação à pós-graduação, fortalecendo o grupo de pesquisa e dinamizando o próprio ensino, a pesquisa e a extensão. Além disso, um novo paradigma é estabelecido nas relações político-comerciais e técnico-científicas entre os profissionais das empresas e os agentes das universidades. Neste novo contexto, emerge um maior dinamismo quanto a realização de estágios para estudantes nas empresas do setor, apoio à capacitação de docentes em áreas de interesse de companhias, apoio da titulação de profissionais das próprias empresas, edição de livros e materiais didáticos, modernização de salas de aula e de laboratórios, patrocínio de seminários e tantos outros elementos de interesse mútuo. Silveira e Abreu (2004) deixam claro que programas de Pesquisa e Desenvolvimento, como este implementado através da Lei 9.991, deveriam ser multiplicados para as diversas áreas do conhecimento científico no Brasil, geridos também por Agências Reguladoras e Fiscalizadoras (ANATEL, ANP, ANA, etc.) ou outros órgãos competentes, financiando pesquisas em universidades e gerando procedimentos e tecnologias genuinamente brasileiras. Neste sentido, os diversos cursos de engenharia das universidades deveriam pressionar os órgãos governamentais para que tais formas estabelecidas por lei se tornem uma realidade.

Desenvolvimento de Novos Materiais Didáticos e Fontes de Consulta

O ensino das engenharias tem carecido, e com certa urgência, de livros atualizados que contemplem aspectos de nossos problemas e de nossas soluções. Além disso, as universidades e empresas devem pensar na elaboração de materiais didáticos da era da multimídia tais como vídeos e principalmente CDs contendo programas *tutores*. “Estes se caracterizam por transmitir informações de modo pedagogicamente organizado, como se fossem livros animados, vídeos interativos ou mesmo professores eletrônicos” (Chiganer et alii, 2003). É desse tipo de *software* que se tem a maior carência, tanto em quantidade como em qualidade. Tais instrumentos podem melhorar em muito a compreensão de assuntos difíceis de serem explicados da forma convencional. Mais uma vez, salienta-se aqui a necessidade de uma renovação pedagógica dos métodos de ensino e aprendizagem.

Utilização de Tecnologias Apropriadas ao Ensino e Laboratórios bem Equipados

Em pesquisas realizadas dentro das universidades, muitos professores, tanto das disciplinas básicas quanto das disciplinas profissionalizantes, atribuem vários dos problemas de um determinado curso à falta de recursos didáticos, dentre eles laboratórios e bibliotecas bem equipadas. Por sua vez, estudantes dizem que uma das maiores deficiências de um curso, principalmente profissionalizante, está na falta de aulas práticas e de laboratórios apropriados. Vê-se, portanto, que tais elementos assumem capital importância na vida de uma universidade.

Desse modo, a aquisição de equipamentos para a modernização de laboratórios continua sendo um fator importante nos novos rumos da relação ensino-aprendizagem. É certo que este aspecto envolve somas maiores de aporte financeiro, mas que, no entanto, não pode deixar de ser perseguido para a maior qualidade da formação do engenheiro.

Cabe salientar também uma tendência, cada vez maior, da presença do computador na sala de aula projetando-se, através de recursos de multimídia, explorando-se, ostensivamente, os recursos de imagem, som, texto, gráfico e animação, tão importantes para motivar os alunos aos estudos, pesquisas e desenvolvimento de projetos. Salas de aula modernizadas devem também fazer parte do conjunto de critérios que irão nortear mudanças de postura da universidade. Ainda dentro deste contexto, é necessário que os professores desta era atual adquiram naturais habilidades tecnológicas, principalmente aquelas vinculadas ao uso de ferramental digital no âmbito educacional. “A falta desta fluência cria uma lacuna entre educadores preparados para utilizar mídias digitais, em aulas presenciais e em cursos on-line, e aqueles que não estão habilitados para fazer uso delas” (Mustaro e Queiroz, 2003).

Ensino a Distância

Pode-se entender o ensino a distância (EAD) de duas maneiras. A primeira é como um vasto conteúdo de um curso, disciplina, assunto, etc., disponível em um sistema computacional para acesso remoto, de onde o aluno seguirá um conjunto de regras, incluindo avaliações *on-line* para ser considerado capacitado no assunto. A segunda maneira provém do fato de que vivemos na era da imagem e da pedagogia da tela. Neste sentido, um dos recursos mais fascinantes dos dias atuais é a possibilidade da telepresença. Não somente na utilização de canais de TV, cujo telespectador é um sujeito passivo, mas, sobretudo na possibilidade da interação daquele que assiste com aquele que é assistido.

No primeiro modo, o ensino a distância não significa apenas cursos colocados em *templates* e disponíveis para alunos reais, em locais reais, com professores virtuais e quase nenhuma interação. É mais do que isso! Deve haver conteúdo e de qualidade. Para isto, professores terão que se esforçar, mais uma vez, para produzirem tais elementos, muitas vezes mais penosos que a elaboração de um livro.

Cabe enfatizar que a verdadeira revolução que está acontecendo no campo da educação *on-line* deve ser também marcada por uma nova postura do professor. Este deve assumir, mais uma vez, a função de orientador, auxiliando e incentivando os alunos a pesquisarem e a organizarem as informações, gerenciarem o tempo e os estudos bem como construir o conhecimento de forma eficiente e com qualidade.

Enfim, o autor acredita que a universidade moderna deve perseguir também o segundo modo de fazer EAD. Esta excelente concepção da modernidade que está ao nosso alcance. Por que não vislumbrar uma utilização mais efetiva da mesma, na qual se torne possível a inclusão de especialistas do setor empresarial dentro das salas de aula, viabilizadas através da telepresença?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças em nossa sociedade e os avanços tecnológicos que afetam todos os diferentes setores da vida, incluindo a educação, mostram a necessidade de reestruturação da prática de ensino na formação dos engenheiros, implementada por uma reflexão crítica sobre o trabalho do professor em sala de aula e em ambientes com forte presença de dispositivos digitais. Assim, procurou-se enfatizar neste trabalho, algumas idéias de como a universidade pode se preparar para formar o profissional do futuro, incluindo a necessidade premente da interdisciplinaridade a qual deve ser adotada com cuidado e com respeito mútuo entre os pares.

Junto aos aspectos apresentados, torna-se fundamental uma adequada capacitação pedagógica ao longo da carreira docente. Sem essa capacitação para o ensino dos novos tempos, os professores continuarão simplesmente reproduzindo suas práticas tradicionais em sala de aula e não se beneficiarão das novas mídias.

Finalmente, deve-se considerar que muitas novidades tecnológicas e novos conhecimentos ainda estão por vir. Neste sentido, espera-se que a união das universidades, dos institutos de pesquisa e das empresas aconteça a uma velocidade e dinâmica compatíveis com a evolução tecnológica, para que juntos possam canalizar esforços na busca de uma formação mais integral dos profissionais desse admirável mundo pós-moderno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSIGEN, I. "Educação Tecnológica: Enfoques para o Ensino de Engenharia". Florianópolis. Editora da UFSC, 2000.
- CHIGANER, L.; LEAL, C. E.; NETO, L. B. Ensino da Engenharia no Mundo Contemporâneo. In WCETE 2004: WORLD CONGRESS ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, Santos, Anais, CD, 2004.
- COLENCI, A. T. O Ensino de Engenharia como uma Atividade de Serviços: A Exigência de Atuação em Novos Patamares de Qualidade Acadêmica. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2000.
- CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO (CFE). Resolução 48 de 27 de abril de 1976.
- FIGUEIREDO, R. S. Modelagem e Simulação Dinâmica de Fenômenos Organizacionais para o Ensino de Engenharia. In COBENGE 1997: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Salvador, Anais, p.196-212.
- FILHO, A. B. G.; PEREIRA, T. R. D. S. A Formação do Profissional da Engenharia Frente às Inovações Tecnológicas Computacionais. In WCETE 2004: WORLD CONGRESS ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, Santos, Anais, CD, 2004.
- INTEL, 2004, <http://www.intel.com/research/silicon/mooreslaw.htm>.
- KRAVCHYCHEPR, M. E. A Educação e as Tecnologias Inteligentes. Revista Escola de Pais do Brasil – Seção Salvador, Novembro de 1999.
- MUSTARO, P. N.; QUEIROZ, V. C. Quem é o professor do século XXI, Jornal o Estado de São Paulo, 15/08/2003.
- PEREIRA, L. T.; BAZZO, W. A. "Ensino de Engenharia: na Busca do seu Aprimoramento". Florianópolis: Editora da UFSC, 1997. 167p.
- PÉRES, A. Atuando com Interdisciplinaridade: Uma Nova Concepção de Currículo no Ensino de Engenharia Elétrica. In WCETE 2004: WORLD CONGRESS ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, Santos, Anais, CD, 2004.
- MOORE, G. Cramming more Components onto Integrated Circuits. Electronics Magazine, Vol. 38, No. 8, April, 1965.
- SAUTER, T.; NEUHAUSER, W.; BLATT, R.; TOSCHEK, P. Observation of Quantum Jump. Physics Review Letter, 1986, p. 1996-1998.
- SHOR, P. Algorithms for Quantum Computation: Discrete Logarithms and Factoring. Proceedings 35th Annual Symposium on Foundation of Computer Science, Santa Fe, USA, IEEE Computation Society, Press, 1994, p. 124-134.
- SHIGA, A. A. Coluna Linha Direta, Jornal da Universidade São Judas Tadeu, São Paulo: Editora da USJT.V, Nº 36, abril de 1995, p. 7.
- SILVEIRA, P. M.; GUIMARÃES, C. A. M. Reflexões Sobre o Futuro do Ensino da Engenharia Elétrica. Revista EletroEvolução - Sistemas de Potência, No. 12, Junho, 1998, p. 68-71.
- SILVEIRA, P. M.; ABREU, J. P. G. A Contribuição do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL para a Melhoria do Ensino da Engenharia Elétrica. In COBENGE 2004, XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Brasília, Anais, 2004.
- SOLEDADE, A. S. Impacto das tecnologias digitais na escolha profissional. Revista Escola de Pais do Brasil – Seção Salvador, novembro de 1999.
- ZUFFO, J. A.; GAMA, S. Z. O Futuro da Engenharia e a Engenharia do Futuro, Engenheiro 2001, Ciclo de Palestras, 1996.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR



Paulo Márcio da Silveira

Engenheiro Eletricista pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá – EFEI (1984). Mestre em Ciências – Sistema de Potência pela EFEI (1991). Doutor em Engenharia pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2001). Professor Adjunto da Universidade Federal de Itajubá (anteriormente EFEI), desde 1992. Membro do Grupo de Pesquisa e Estudos em Qualidade da Energia Elétrica – GQEE e professor nos cursos de graduação e pós-graduação do Instituto de Sistemas Elétricos e Energia (ISEE). Áreas de interesse: qualidade da energia, proteção de sistemas elétricos, ensino da engenharia.

PROJETO PEDAGÓGICO UMA INCÓGNITA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA

Rosa Maria Bittencourt¹, Tânia Cristina A. M. de Azevedo²

RESUMO

As diretrizes curriculares para os cursos de graduação em Engenharia, elaboradas pelo Conselho Nacional de Educação, regulamentam que cada curso deve possuir um Projeto Pedagógico. Muito se tem mencionado sobre a necessidade de realizá-lo, entretanto, em discussões acadêmicas percebe-se que este conceito ainda não se apresenta unânime. O trabalho discute o conceito de Projeto Pedagógico e efetua uma análise da forma e estrutura que, atualmente, é concebido nos cursos de Engenharia. Parte do princípio de que este tem de ser fruto de uma ação coletiva para poder atingir suas metas de ensino e aprendizagem.

Palavras-Chaves: Projeto, Projeto Pedagógico, Ensino de Engenharia, Ensino-Aprendizagem

ABSTRACT

The curricular directresses for the Engineering graduation courses, elaborated by the National Education Council, regulate that each course must have a Pedagogic Project. Much has been mentioned about the necessity of the realization of it, however, in academic discussions it is perceived that this concept isn't still an unanimity. The work discusses the concept of the Pedagogic Project and it effectuates an analysis of the form and structure that, nowadays, is conceived in the Engineering courses. It goes from the principle that this must be the result of a collective action in order to reach its purposes of teaching and learning.

Key-words: Project, Pedagogic Project, Engineering Teaching, Teaching-Learning

INTRODUÇÃO

Discutir Projeto Pedagógico (PP) em uma escola de Engenharia, na maioria das vezes, apresenta-se como um obstáculo quase que intransponível. Por diferentes razões os projetos existentes são, praticamente, ignorados por uma grande parte dos docentes, embora esses constituam uma exigência legal.

As Diretrizes Curriculares para os cursos da Graduação em Engenharia, CNE nº 1362/2001, dispõem que *“cada curso de Engenharia deve possuir um Projeto Pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas”*.

Para alcançar este objetivo, enfatizam que é necessário reduzir as horas em sala de aula, promovendo o trabalho individual e em equipes dos alunos. As Diretrizes abordam,

ainda, o dever de realizar trabalhos sínteses e de integração dos conhecimentos no decorrer do curso, não se limitar a uma única atividade no final da graduação, embora esta seja obrigatória. O desenvolvimento de posturas de cooperação, comunicação e liderança é estimulado por meio da implantação de atividades complementares, como: iniciação científica, trabalhos em equipe, visitas técnicas, participação de empresas juniores, projetos multidisciplinares, entre outras.

CONTEXTOS DOS PROJETOS PEDAGÓGICOS

Diferentes razões são apresentadas como responsáveis pela inadequação do PP com a realidade acadêmica. Geralmente, as justificativas estão relacionadas com a concepção e metodologia utilizada na elaboração do Projeto, além do pensar e agir do professor em sua docência.

¹ Professora, Doutora. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, FEG – UNESP, Av. Ariberto P. da Cunha, 333, Guaratinguetá-SP, CEP 12516-410, Tel./Fax 3123 2826, E-mail: rmbitten@osite.com.br

² Professora, Doutora. Departamento de Física e Química, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, FEG – UNESP, Av. Ariberto P. da Cunha, 333, Guaratinguetá-SP, CEP 12516-410, Tel./Fax 3123 2802, E-mail: tmacedo@feg.unesp.br

Quanto à concepção e metodologia

Ao analisar Projetos Pedagógicos existentes verifica-se que alguns fatores aparecem como constantes quando se constata que esses não são implementados e dificilmente poderiam ser devido às inadequações inerentes à sua concepção e metodologia. Entre esses fatores menciona-se:

a) Origem da concepção

Normalmente o PP tem sua origem no topo da pirâmide do processo educacional, dos dirigentes institucionais e coordenadores de cursos, visando a atender uma obrigatoriedade legal.

Observa-se, neste caso, que a filosofia do Projeto reflete o pensamento de um grupo ou até mesmo de um idealizador, que fundamentam suas propostas em ideologias reinantes, sem ter como apoio um estudo minucioso das estruturas educacionais vigentes. Desta forma, os Projetos postulam objetivos e metas alheios aos anseios da comunidade.

Verifica-se também, com perplexidade, a proliferação de consultores e empresas especializadas em desenvolver Projetos Educacionais, sendo que estes atuam como agentes observadores, não possuindo vínculos efetivos com a instituição, curso ou mesmo com a região onde essa está localizada. Este fato é muito similar ao ocorrido com os Planos Diretores Municipais; quando de sua obrigatoriedade, empresas foram constituídas com finalidade de executá-los, multiplicando padrões em qualquer município, independente das peculiaridades locais.

b) Curso oficial e curso real

Geralmente, o Projeto Pedagógico não expressa o curso real, pois foi concebido para orientar o curso oficial.

Embora reconhecendo que a equivalência, entre o oficial e real, dificilmente poderá ser atingida devido ao dinamismo inerente da ação educativa que impõe constantes mudanças com as quais os agentes participativos devem estar afinados, há de se reconhecer também que a natureza das informações para implementar mudanças deve ser científica e ter origem na avaliação global do curso realizada enquanto ação coletiva, visando conduzir todos os participantes a um processo educativo mais igualitário.

c) Ação coletiva

O PP deve ser uma ação coletiva, definindo onde e como iremos juntos e não cada participante competentemente sozinho.

A interação é um ponto fundamental de um PP, devendo ser de conteúdos, metodologias, atividades, entre outras. Somente uma ação coletiva pode possibilitar que haja interação em um PP. Quando a concepção é de alguns, sem que se tenha uma ampla discussão e engajamento de todos nesse processo, provávelmente a grade curricular proposta será fragmentada, com disciplinas isoladas, cujos docentes defendem enfaticamente seus objetivos e didática, alheios a um projeto educacional comum.

A ação coletiva parte da pergunta: Qual profissional é preciso formar para atuar no mundo atual? É necessário

considerar que o profissional de engenharia deve estar habilitado a conceber, planejar, desenvolver, viabilizar, implantar, gerir e operar os empreendimentos que atendem às necessidades do homem, sejam esses objetos, serviços ou processos. As competências e habilidades são apreendidas principalmente na vida acadêmica, portanto, ao PP cabe resguardar que essas possam ser obtidas em atitudes coletivas, tornando acima de tudo um projeto social, para uma engenharia voltada para o social.

d) Estrutura estática

Reconhecendo-se que, na maioria das vezes, o PP é elaborado para atender uma exigência normativa, num processo em que poucos estão envolvidos, com certa facilidade pode-se observar que esse apresenta uma estruturação rígida que confronta com o dinamismo existente na vida acadêmica. A dinâmica e rapidez das mudanças organizacionais e tecnológicas não têm sido acompanhadas no processo educacional. Os currículos dos cursos de graduação podem ser comparados a uma linha de produção Fordista, na qual o aluno vai recebendo seqüencialmente os conteúdos das disciplinas (peças) e os professores pouco conhecem sobre outros conteúdos e, até mesmo, como estão sendo incorporados na formação do conhecimento.

É notório como os PPs são inflexíveis, imputa-se a essa situação também a falta de interação dos componentes que os constituem.

e) Conhecer a realidade existente

O diagnóstico da realidade existente, sendo esse o processo educacional vigente e as necessidades do cidadão atual, é o principal instrumento para fundamentar a elaboração de um PP. A palavra diagnóstico neste contexto é entendida como a análise das condições reinantes no processo de ensino e aprendizagem, buscando identificar os gargalos do sistema e avaliar esse processo, estabelecendo os parâmetros e requisitos que deverão nortear uma modificação.

Observa-se que são poucas as instituições de ensino que possuem um sistema de avaliação acadêmico confiável no sentido de gerar dados e informações que possam permitir a análise de diferentes aspectos do processo de muitos enfoques.

Na maioria das vezes, essas informações estão restritas a notas e conceitos. Quando apresentam informações relevantes sobre o professor e sua didática, o perfil do aluno, as modificações ocorridas nele durante o curso, os recursos humanos e materiais disponibilizados etc. são, freqüentemente, guardadas em gavetas servindo para justificar, exclusivamente, a exigência legal de executar uma avaliação institucional. O que se nota é o PP sendo realizado sem que haja um processo de avaliação contínuo, sistematizado, criando todas as condições para subsidiá-lo.

f) O administrativo prevalecendo

É preciso salientar ainda que, na medida em que o PP é executado simplesmente para cumprir um papel legal, os interesses administrativos institucionais prevalecem. Pode-

se verificar esta postura quando as aulas de laboratórios são suprimidas por falta de recursos materiais; turmas de diferentes engenharias são unidas em aulas teóricas opressivas sem que possa haver a contextualização dos problemas de conteúdos devido à heterogeneidade da turma; sistemas de avaliação somativa são exigidos para que se possa ter uma nota a cada bimestre etc.. Esses fatores, e outros, são implementados com respaldo de um PP que, em última instância, tem por argumento a racionalidade do sistema educacional.

Quanto ao professor

Procurou-se salientar que os Projetos Pedagógicos geralmente são impostos pelos conselhos superiores das escolas de engenharia, não sendo propostos por toda comunidade acadêmica e apresentam-se como uma peça secundária no processo educacional.

Outro fator a ser considerado é a falta de interesse do corpo docente em efetuar uma formação continuada menos especialista e mais abrangente, que possa favorecer amplas reflexões e discussões do processo de ensino e aprendizado em um mundo globalizado. Sob este aspecto, observa-se que, na maioria das vezes, quando o professor é questionado sobre sua prática didática, a primeira argumentação deste é que não possui os requisitos pedagógicos e que a universidade não o capacita para tal. Entretanto, verifica-se, também, que quando existem palestras, seminários, até mesmo cursos de curta extensão, os organizadores encontram muita dificuldade para conseguir um público interessado e atuante. Portanto, esses professores relegam a um segundo plano todos os eventos de extensão que não estejam relacionados com suas áreas de atuação.

É comum encontrar docentes que utilizam os métodos didáticos que foram empregados por seus mestres. Desta forma, atribuem a eles um valor que os tornam inquestionáveis, de certa maneira, dando-lhes um peso simbólico como se tivessem resguardando sua própria formação. Questionar esses métodos não deprecia uma formação anterior que, em um determinado contexto e para um determinado conteúdo, era a mais adequada. No entanto, perdurá-los é inconcebível na atualidade, onde tantos paradigmas foram substituídos por novos para atender às necessidades de uma sociedade mais igualitária e ao trabalho com uma tecnologia sofisticada e dinâmica.

Sabe-se que o conceito de Projeto evoluiu significativamente, principalmente nas últimas décadas do século passado, acredita-se que este fato ocasionou na formação de grande parte dos professores uma noção de que o Projeto é uma atividade estanque e não um processo. Atribui-se a esta postura as dificuldades que certos professores têm para propor projetos integrados dentro de suas disciplinas ou multidisciplinares. Discutir metodologias comuns é raro na prática docente, principalmente no ensino superior, quanto mais se disponibilizar em uma tarefa comum, a de conceber o PP do curso.

O isolamento do professor em sua sala de aula o conduz a valorizar sua disciplina em detrimento das demais, essa

circunstância não colabora para que ele venha utilizar o projeto como um recurso didático em toda sua potencialidade. Esse fator representa uma visão da graduação como se esta fosse um somatório de conteúdos e métodos. Essa distorção está produzindo um ensino dicotômico e fragmentado.

A estrutura formal dos currículos dos cursos de graduação é, freqüentemente, composta por disciplinas segmentadas, que não interagem, até mesmo aquelas de conteúdos seqüenciais e complementares. Além deste fator, tem-se observado que o professor, muitas vezes, desconhece a estrutura curricular do curso e as atividades relacionadas a um planejamento pedagógico ficam restritas à obrigatoriedade de realização do seu plano de ensino.

Observa-se que na maioria das instituições educacionais privilegia as atividades de pesquisa em relação à docência, colaborando para aumentar o desinteresse pelas questões pedagógicas. O contexto apresentado visa obter uma visão mais esclarecedora de como a maioria dos PPs é elaborada e implantada para que se possa instigar uma discussão pautada em novos paradigmas educacionais exigidos pela necessidades atuais de formação do profissional cidadão.

CONCEITO DE PROJETO

Segundo BOUTINET (2001), desde o século XV o termo Projeto é utilizado, mas somente em meados do século XX adquiriu seu significado atual, com termos homólogos em todas as línguas. Esse autor aborda que “o Projeto é uma figura emblemática da nossa modernidade”; portanto, apresenta-se como um símbolo e, sendo assim, pode ser entendido sob diferentes visões e conceitos, dependendo das áreas de conhecimento. Na modernidade o conceito e figura coincidem, segundo este autor; e, o Projeto torna-se um modo de expressão privilegiado que evidencia dois desvios constituintes dessa modernidade: o desvio racionalizante, que está relacionado com as condutas de antecipação, que procura dominar cada vez mais o futuro; e o desvio existencial, referente às interrogações sobre o sentido de uma evolução do indivíduo ou coletivo, assim expressando “uma busca inquieta de um ideal inacessível”.

PEREIRA (1997) ao compilar a evolução do conceito de Projeto, cita Pahl & Beitz, que consideram que “projetar é um esforço intelectual para encontrar certas demandas da melhor forma possível”, pois argumentam que “a principal tarefa do engenheiro é aplicar seus conhecimentos científicos à solução dos problemas técnicos e otimizar essas soluções para as restrições materiais, tecnológicas e econômicas dadas”.

Para BLOOM (1973) o ato de projetar requer atividades de maior envolvimento cognitivo ao exigir mecanismos mentais de estruturação, análise e síntese de informações que venham a permitir a concretização do objeto do Projeto.

Independentemente dos conceitos encontrados na literatura técnica e respeitando os autores que vêm contribuindo à esta discussão, entende-se que não existe uma definição que seja plenamente satisfatória para o termo

Projeto. Entretanto, com uma função metodológica, considera-se que "Projeto é um conjunto de atividades, intelectuais e materiais, estruturadas a propor soluções a um problema ou necessidades".

PROJETO PEDAGÓGICO

Na década de 70 observa-se a entrada do "tecnicismo" na Educação, metodologias aplicadas em ambientes não-educacionais foram adaptadas e passou-se a exigir a execução do "Planejamento Escolar" ou "Plano Escolar". A importância dada ao "Planejamento", naqueles anos é inegável, em qualquer área o foco estava em "saber planejar". Entretanto, é interessante salientar que um PROJETO distingue-se de um PLANO ao estar baseado na realidade existente e voltado para a realidade possível. Etapas de trabalho são definidas e estabelecidas as tarefas de cada componente, por meio de uma avaliação contínua obtêm-se subsídios para julgar se as metas foram cumpridas e detectar quais as externalidades que interferiram no processo e quais correções precisam ser efetuadas para haver uma realimentação do processo.

No presente trabalho adotou-se a definição de SOUZA (1995), de PROJETO PEDAGÓGICO, sendo uma "proposta de trabalho integrado que descreve um conjunto de capacidades a serem desenvolvidas em uma dada clientela, os referenciais a ela associados e a metodologia a ser adotada." Entende-se que encontram-se os três componentes constituintes: as capacidades, os referenciais e as metodologias, que devidamente compreendidos, podem melhor esclarecer o processo de concepção de um PP.

As *capacidades* compreendem dimensões cognitivas, afetivas e psicomotoras, consideradas em suas inter-relações e em níveis progressivos de detalhamento. Essas estão contidas nos objetivos gerais do curso e devem responder a questão que competências desenvolver nos participantes.

Os *referenciais* são os conteúdos programáticos, que refletem o estágio atual das diferentes áreas de conhecimento correspondentes aos componentes curriculares. Portanto, é preciso estabelecer com quais conteúdos as competências podem ser desenvolvidas.

A *metodologia* envolve o processo de gestão (planejamento, coordenação e avaliação) e o processo de ensino-aprendizagem (objetivos e diretrizes de cada disciplina/tópico de aprendizagem).

Em resumo, a metodologia está relacionada com a forma em que as atividades são realizadas, suas etapas e os acessos; trata-se de como esses conteúdos podem ser desenvolvidos.

A formação do profissional cidadão como objetivo primeiro de um PP exige que a instituição defina com clareza qual profissional terá de formar para que possa vencer os desafios colocados pela sociedade. Nestes termos, ao PP cabe considerar, conforme menciona VALE (1995):

- As necessidades das populações;
- O progresso científico e tecnológico;
- As tendências da realidade sócio-econômica do país;
- A ética e os valores humanos para um novo tempo;

- Os elementos básicos da formação profissional, entre esses:

- a) conhecimento sólido na área de atuação;
- b) curiosidade intelectual consubstanciada no aprimoramento contínuo pela leitura, pesquisa e participação em eventos científicos;
- c) exercício consciente da profissão e respeito à cidadania;
- d) iniciativa e criatividade na solução dos problemas pessoais e sociais relevantes;
- e) capacidade crítico-reflexiva diante das questões humanas e sociais.

Ainda mencionando VALE (1995), o PP de qualquer curso deve abordar os seguintes aspectos, sabendo-se que estes não esgotam todos que poderiam vir a ser considerados de acordo com as peculiaridades da área de formação, da clientela e da região:

- A consciência do profissional a ser formado para atender às exigências sociais futuras;
- A ação coletiva necessária para atingir os fins colimados;
- As etapas a vencer;
- Os meios a empregar;
- As decisões a tomar;
- Os ajustes a fazer;
- Os problemas a resolver;
- Os recursos a providenciar; e,
- Os resultados a avaliar.

Em síntese, com uma visão pragmática pode-se dizer que "o PP de um curso é uma ação racional que procura articular meios e fins visando atingir um objetivo futuro com eficiência (interna) e eficácia (externa). O projeto é, portanto, a tentativa planejada de realizar concretamente a síntese de razão, ação e vontade". (VALE, 1995) Observa-se que essa definição não confronta com a anterior, mencionada no início deste item, apenas a primeira expressa uma visão pedagógica estando o aluno em seu centro, e a segunda, uma visão holística do planejador.

Indicadores para elaboração de um PP

Analisando as recomendações da Pró-Reitoria de Graduação da UNESP, conclui-se que o PP é articulado pelas idéias que exprimem:

- os princípios que nortearão a formação profissional do aluno, as expectativas em relação ao aluno egresso;
- as atividades curriculares importantes para aquela formação, dentre essas pode-se mencionar o uso de bibliotecas, aulas, seminários, palestras, congressos etc.;
- os conteúdos a serem abordados e atividades a serem desenvolvidas, visando à interação de disciplinas;
- a grade curricular que articula as disciplinas do curso;
- as formas de ensino, traduzidas em metodologias que devem refletir a natureza interdisciplinar do assunto abordado;
- a avaliação do ensino e da aprendizagem;
- a avaliação do curso em geral elaborado pelo Conselho e do que este fez com essa avaliação, alimentando o processo de ensino e aprendizagem; e,
- perspectivas de retomada do PP e das propostas realizadas.

Observa-se que esses indicadores são apresentados como componentes isolados, deixando de considerar essencialmente o PARA QUÊ e PARA QUEM realizar um PP. A primeira indagação está relacionada à finalidade do projeto, ou seja, a partir de uma situação- problema identificada e que se deseja modificar. Mas, esta situação faz parte de um contexto, então é preciso diagnosticá-la, inserindo-a em seu “ambiente” para que o diagnóstico do problema identificado possa ser o mais próximo da realidade. Para o PROJETO ser bem sucedido é fundamental ter com clareza a intencionalidade (modificar uma realidade vigente) e identificar o contexto, os componentes constituintes e suas interações.

A segunda indagação foi mencionada em parágrafos anteriores ao elucidar que o profissional de engenharia deve estar habilitado a conceber, planejar, desenvolver, viabilizar, implantar, gerir e operar os empreendimentos para atender às necessidades do homem, sejam objetos, serviços ou processos; nestes termos, a formação de um profissional cidadão é o objetivo primeiro de um PP.

Na concepção (Figura 1) do curso três condicionantes devem ser cuidadosamente definidas: (a) as justificativas didático-pedagógicas; (b) o perfil do alunado; e, (c) a estrutura do curso.

Os responsáveis pela elaboração do PP já devem ter discutido e estabelecido com toda a comunidade as justificativas didático-pedagógicas, visando ao tipo de formação pretendida para os alunos e/ou aos impactos sócio-tecnológicos relativos à melhoria da educação dos profissionais para o exercício de suas funções e difusão do conhecimento.

Em função destas justificativas, dos objetivos a serem alcançados e dos contextos profissional e institucional

envolvidos, os proponentes deverão caracterizar o perfil da clientela do curso.

Para assegurar uma maior dialogicidade no processo pedagógico e possibilitar a incorporação do conhecimento prévio dos alunos nas atividades e discussões existentes no curso, resultante tanto de sua formação inicial ou experiências de vida, é interessante, antes de definir metodologias de ensino e o material didático a ser elaborado, realizar um levantamento preliminar da clientela.

O mapeamento do perfil do alunado pode ser realizado por meio da aplicação de questionário, por ocasião da matrícula do aluno ingressante, sendo esta a primeira fase de um programa de caracterização dos graduandos, e que deve ter continuidade após a graduação.

A incorporação do conhecimento prévio dos alunos no conteúdo abordado deverá ser objeto de tratamento pedagógico, de forma que não só os alunos possam ver sua experiência e seu saber contidos no material pedagógico do curso, como também, que este saber e experiências possam ser utilizados como ponto de partida para reflexão crítica e avaliativa, através da problematização, conforme conceituado por Paulo Freire (1988).

A estrutura do curso e a sua dinâmica de realização de atividades de estudo, pesquisa e avaliação devem estar articuladas com os objetivos planejados, visando atender aos interesses do aluno e ao contexto político institucional.

Planejamento de um curso

O fluxograma (Figura 02), a seguir, apresenta o ciclo para o desenvolvimento de um Projeto Pedagógico. A partir do conhecimento de uma determinada realidade e a realização de

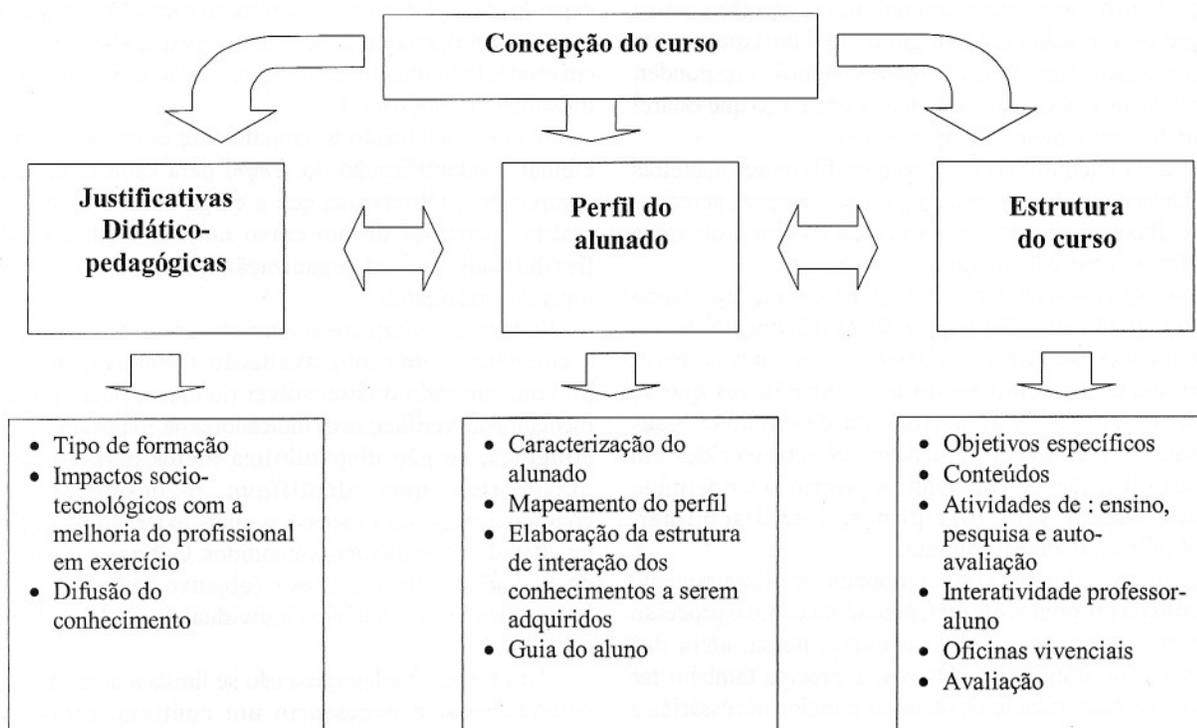


Figura 1. Concepção do curso

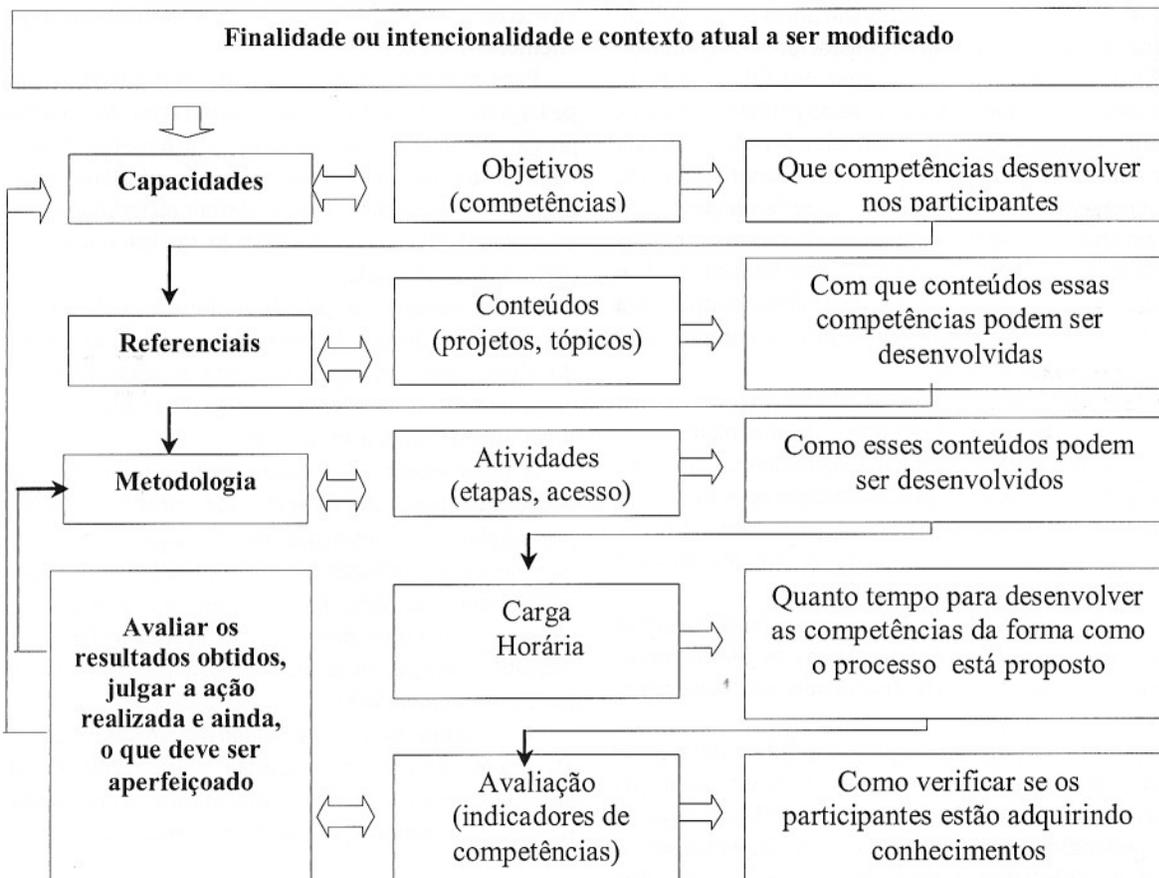


Figura 2. Planejamento do curso

um diagnóstico que identifique os problemas existentes, é necessário saber qual é a realidade que se pretende no futuro, ou seja, o futuro é que deverá orientar nossa escolha e nossa ação presente. Em todo PP, o “Prognóstico” é um componente fundamental para nortear as atividades, significa responder, entre outras questões, onde se pretende chegar (o que estarei construindo), para quem e em que tempo.

Podem ser encontradas na literatura diferentes maneiras de se caracterizar o Projeto Pedagógico de um curso, acredita-se que o fluxograma proposto sintetiza as cinco questões básicas formuladas pela maioria dos autores.

Após saber PARA QUÊ e PARA QUEM, contextualizando uma determinada situação para o desenvolvimento de um curso, é preciso estabelecer os *objetivos*, os quais na Nova LD apresentam-se como sendo as competências que se pretende atingir. Os referenciais para desenvolver essas competências, o *conteúdo*, precisam ser estabelecidos em uma etapa subsequente, entretanto, é preciso já ter definido se a abordagem será disciplinar, interdisciplinar, multidisciplinar ou transdisciplinar.

A *metodologia* engloba três componentes: primeiramente a metodologia propriamente dita, entendida como o processo a percorrer; *como* desenvolver o curso, nessa, além das atividades para atingir os objetivos, é preciso também ter qualificado e quantificado os recursos e meios necessários a esse processo. O segundo, a definição dos tipos de atividades de aprendizagem, podendo ser: aulas (formal, com recursos

visuais, com discussão, interativas etc.), explanação (pergunta e resposta, tutoria, seminários, projeto orientado etc.), experiência extraclasse (excursões, cooperação com indústria, monitoria, projetos etc.) e laboratório (experiências em classe, em grupo, treinamento, simulações, jogos, grupo de pesquisa, trabalho em campo etc.).

Tendo estabelecido principalmente as etapas, é possível efetuar a quantificação do *tempo* para cada fase, terceiro componente. Observa-se que a carga horária total de uma matriz curricular de um curso normalmente é rígida, a flexibilidade está na organização e encaminhamento dos tópicos curriculares.

Embora a *avaliação* encontre-se no final do fluxo, quando é entendida como uma avaliação formativa, deve estar presente em todo o desenvolver do curso, pois visa fundamentalmente verificar se os indicadores de competências foram atingidos, se não disponibiliza meios para efetuar um diagnóstico que identifique o desempenho das condicionantes do processo e quais externalidades podem ter alterado os resultados pretendidos. Os tipos das atividades de avaliação podem ser: teste (objetivo, subjetivo, oral, de laboratório etc.), relatórios individuais, relatórios de grupo etc.

Um Projeto Pedagógico não se limita a obter resultados satisfatórios, é necessário um contínuo processo de julgamento, atualizando a contextualização do curso e propondo adequações para estar sempre aperfeiçoando o

processo, em um mundo onde a diversidade, o dinamismo e a velocidade das transformações são inacreditáveis.

Fatores inerentes a um PP

É unânime o consenso sobre a complexidade em propor e implantar um PP. O esquema apresentado, na seqüência,

procura mostrar alguns fatores inerentes a um projeto e as relações que se estabelecem quando se busca obter uma visão integral desse processo (Figura 3).

Verifica-se nesse esquema que na primeira coluna encontram-se todas as atividades de formação, englobando: (1) grade curricular, atividades que visam à construção do

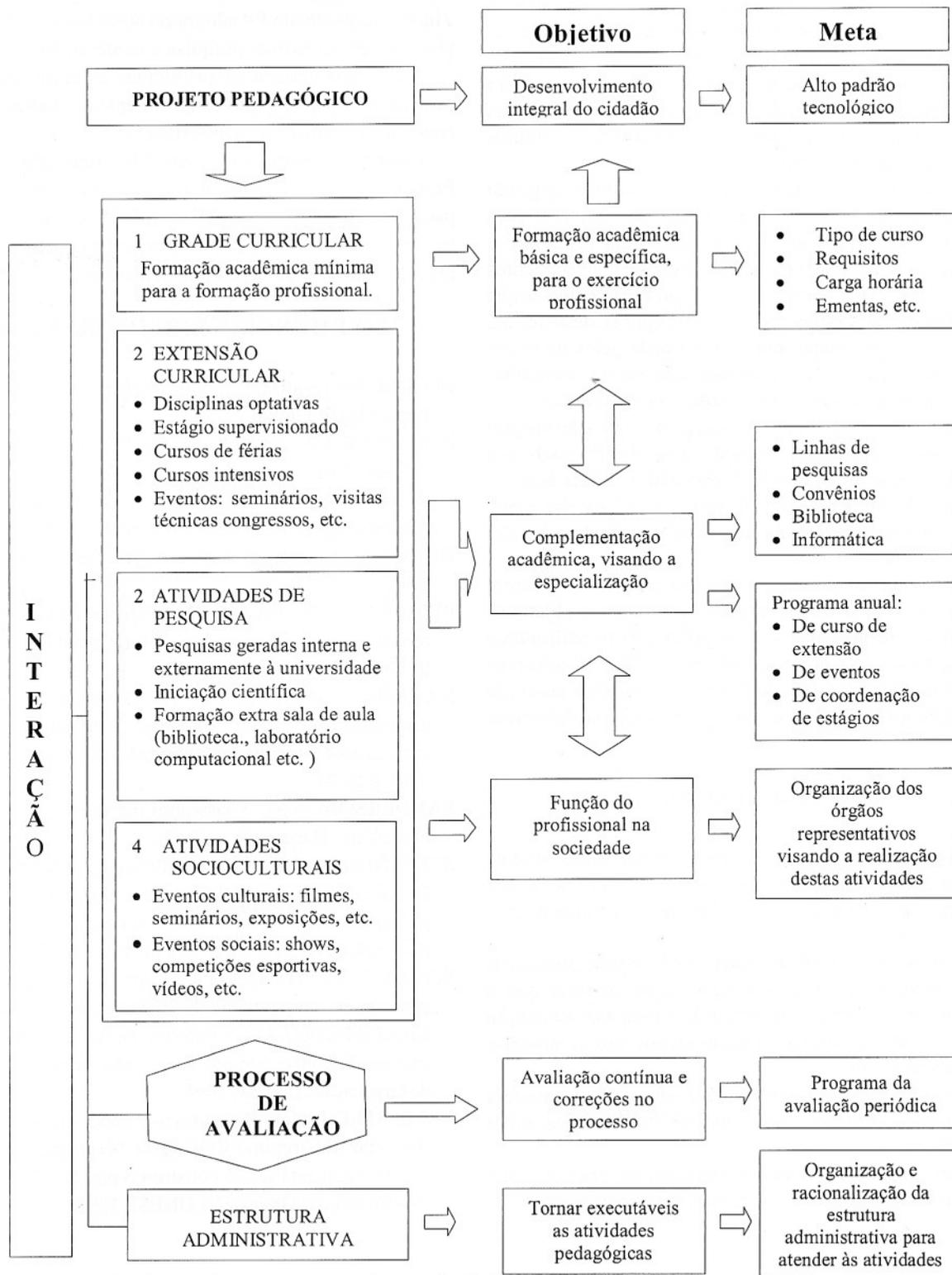


Figura 3. Esquema dos fatores inerentes a um Projeto Pedagógico

conhecimento, baseada essencialmente nos conteúdos a serem desenvolvidos, a transdisciplinaridade desses e a forma de desenvolvê-los; (2) extensão curricular, nesta encontram-se as atividades que complementam o conhecimento, normalmente de natureza motivadora, aproxima o aluno à sua realidade e ao contexto profissional; (3) de pesquisa, explora as atividades que têm a finalidade de desenvolver um profissional observador, crítico e com capacidade de estruturar, analisar e sintetizar um problema a ser resolvido; e, (4) sócio-culturais, que complementa, ao buscar a formação do profissional que saiba se comunicar, estar inserido em uma determinada realidade e, principalmente, que tenha consciência de que engenharia é, ao contrário do que muitos pensam, um trabalho social.

O processo de avaliação deve ser entendido abrangendo todas as atividades, com metas claramente definidas para garantir os objetivos primeiros. Sendo um processo, a avaliação é contínua, gerando informações e conhecimentos que possam vir a corrigir os rumos do PP. Entende-se que a estrutura administrativa não se justifica por si, desta forma, não é uma determinante, mas determinada pelos objetivos pedagógicos. Cabe a ela dar o suporte para que as atividades de construção do conhecimento possam ser exercidas.

No esquema pode-se abstrair que, para a formação integral do profissional cidadão, as formações do conhecimento básico para o exercício profissional, da especialização da área em questão e da função social do profissional na sociedade devem interagir, pois cada uma tem sua finalidade, não sobrepondo às demais.

As metas mencionadas tratam dos programas a serem desenvolvidos para que se possa concretizar os objetivos. Observa-se que dificilmente essas podem ser formalizadas e implementadas ao mesmo tempo, pois definir os objetivos situando-os em uma escala de valores que norteie a execução dos programas é uma das tarefas mais custosas na elaboração de um PP.

CONCLUSÕES

Primeiramente, faz-se necessário esclarecer que o presente trabalho é uma extensão do artigo apresentado no World Congress on Engineering and Technology Education – WCETE'2004.

Procurou-se conceituar Projeto Pedagógico, apresentar alguns indicadores para sua elaboração, afirmar que o planejamento é condição indispensável para sua concepção e implantação e, finalmente, indicar alguns fatores inerentes para sua realização.

Pode-se afirmar que um PP na graduação somente terá sucesso quando alguns requisitos forem atendidos, entre esses destaca-se:

- Ter sua origem nas necessidades práticas dos professores e alunos de um determinado curso;

- Contar com o envolvimento da maioria dos docentes interessados em aperfeiçoar as atividades de ensino e aprendizagem, comprometendo-se teórica e praticamente com a formação consciente do profissional cidadão;

- Implantar uma cultura de planejamento participativo e crítico do cotidiano do trabalho que está sendo desenvolvido;

- Estar o grupo consciente de que a concepção, elaboração e implantação de um PP não irá resolver todos os problemas vivenciados no ensino, pesquisa e extensão à comunidade;

- Ter com clareza os problemas a serem superados, caracterizando-os e tendo conhecimento de suas causas e os contextos nos quais se manifestam; e,

Perceber e assumir por parte do grupo que o Projeto Pedagógico é uma construção permanente, onde o planejamento respalda a elaboração de bons planos e projetos, os quais devem ser cuidadosamente avaliados em suas diferentes fases e divulgados sistematicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOOM, B.S.; et ali. Taxionomia dos Objetivos Educacionais. Porto Alegre: Globo, 1973.
- BOUTINET, J.P. Antropologia do Projeto. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- HAYDT, R.C.C. Avaliação do Processo de Ensino-Aprendizagem. São Paulo: Editora Ática, 2002.
- HUBKA, V. Principles of Engineering Design. Zurich: Eurista, 1987.
- PEREIRA, L.T.V.; BAZZO, W.A. Ensino de engenharia: na busca de seu aprimoramento. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 1997.
- NAVEIRO, R.M.; OLIVEIRA, V. F. O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: Conceitos, reflexões, Aplicações e Formação Profissional. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001, p.13-24.
- SANDERSON, N.M. Classroom questions - What kinds? Nova York: Harper e Row, 1966.
- STEFANINI, M.C.B. O Projeto Pedagógico: uma Definição Coletiva In: Anais do III Circuito PROGRAD: "O projeto pedagógico de seu curso está sendo construído por você? São Paulo: Pró-Reitoria de Graduação, UNESP, 1995.
- SOUZA, C.B.G. O Projeto Pedagógico como instrumento de participação e qualidade do ensino superior Anais do III Circuito PROGRAD: "O projeto pedagógico de seu curso está sendo construído por você? São Paulo: Pró-Reitoria de Graduação, UNESP, 1995.
- VALE, J.M.F. Projeto Pedagógico como projeto coletivo In: Anais do III Circuito PROGRAD: "O projeto pedagógico de seu curso está sendo construído por você? São Paulo: Pró-Reitoria de Graduação, UNESP, 1995.

DADOS BIOGRÁFICOS DAS AUTORAS**Rosa Maria Bittencourt**

Arquiteta pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Braz Cubas, 1977. Mestre e Doutora em Engenharia de Construção Civil e Urbana, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP. (1988, 1995). Profa. do Depto. de Engenharia Civil da Faculdade de Eng. de Guaratinguetá, Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, ex-coordenadora do curso de Engenharia Civil e membro do Conselho Departamental.

**Tânia C. A. M. de Azevedo**

Bacharel em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 1979. Mestre em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da USP (1982) e Doutora em Ciências pelo Instit. de Física da USP (1989). Professora do Departamento de Física e Química e Vice-Diretora da Faculdade de Eng. de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP.

A CONTRIBUIÇÃO DA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA PARA O ENSINO DE ENGENHARIA

Cristiane Neli de Carvalho Carpinteiro¹ & Rita de Cássia M. Trindade Stano²

RESUMO

A sociedade humana vem passando por contínuas e profundas transformações. Tais transformações estão fortemente relacionadas com a velocidade com que novos conhecimentos científicos e tecnológicos são gerados. O conhecimento é o maior bem a ser adquirido. De um profissional de engenharia, exige-se um processo de aprendizado constante ao longo de sua vida. De um aluno de engenharia, exige-se uma atitude mais independente na busca de informação e conhecimento. O presente artigo visa propor um novo paradigma para a biblioteca universitária. Neste paradigma, ela constitui-se em um espaço privilegiado para a construção do conhecimento e para o ensino de engenharia.

Palavras-Chaves: Biblioteca universitária, ensino de engenharia, construção do conhecimento

ABSTRACT

The human society has been undergoing constant and deep transformations. These are strongly related to the speed with which new scientific and technologic knowledge is generated. Knowledge is the primary value to be acquired. From an engineering professional, it is required a constant learning process through his/her life. From an engineering student, it is required a more independent attitude to search information and knowledge. The present article aims at proposing a new paradigm to the university library. In such paradigm, it consists in a privileged space both for knowledge construction and for engineering teaching.

Key-words: university library, engineering teaching, knowledge construction

INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, é quase impossível “separar conceitos de uma teoria de aprendizagem, dos conceitos de uma teoria de ensino, devido à natureza do conhecimento humano, principalmente porque de um modo geral a teoria do ensino cria um contexto para favorecer, estimular, enfim facilitar uma aprendizagem significativa” (Vaz, 1978).

Conceitos abordados em teorias de aprendizagem podem e devem, assim, ser utilizados no ensino de engenharia, ajudando os alunos a obterem a qualificação necessária, para enfrentarem o mercado de trabalho cada vez mais competitivo.

Faz-se necessário, que os futuros engenheiros estejam constantemente se atualizando, e a forma como isso é trabalhado na universidade, é de grande importância para a sua formação profissional.

O ENSINO E A APRENDIZAGEM NA ENGENHARIA

Os conceitos de ensinar e aprender são, fortemente interligados. Para Vaz (1978), ensinar é “fazer com que as pessoas aprendam, é fazer transitar o saber. Embora a palavra ensinar seja normalmente utilizada para designar a atividade de um professor, pretendemos dar a ele um significado mais amplo: o de orientar, abrir horizontes, mostrar caminhos, levando o aluno a aprender”. Não se deve de forma alguma entender que o ensino seja uma pura e simples exposição de conhecimentos, mas sim um conjunto de estratégias capazes de desenvolver as capacidades individuais do aluno, que realizará a sua aprendizagem.

Aprender é muito mais que “ouvir exposições teóricas, repetir processos, memorizar definições e classificações tidas como definitivas. A aprendizagem que se produz em cada

¹ Bibliotecária, Mestre. Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, CEP 37500-903, Itajubá, MG, Brasil, E-mail: crisc@unifei.edu.br

² Professora, Doutora. Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, CEP 37500-903, Itajubá, MG, Brasil, E-mail: trindade@unifei.edu.br

aluno é algo interno, pessoal, intransferível e perene" Vaz (1978).

Igualmente, para Vaz (1978), é importante "adequar os métodos aos objetivos, para que haja uma coerência entre os dois, tais como: aulas expositivas, debates e seminários, atividades de laboratório, atividades de pesquisa, desenvolvimento de projetos, orientação individual a cada aluno, etc".

Quando o aluno se envolve em uma pesquisa, seja de que natureza for, ele aprende a pensar, questionar, refletir, analisar, comparar situações e chegar às suas próprias conclusões, e para isso a ajuda do professor em salas de aula, laboratórios, etc e do bibliotecário na biblioteca é fundamental para que o aprendizado ocorra.

Segundo Silva (2000), "a criatividade e motivação na busca de novos conhecimentos devem ser incentivadas através da associação do conhecimento técnico a conhecimentos gerais e específicos, utilizando mais racionalmente os tempos de construção de conhecimento e das perturbações que o professor, enquanto orientador do processo ensino-aprendizagem, deve provocar. Não deve ser desconsiderado, também, o nível cultural com que o aluno chega à sala de aula, visando a construir com ele o conhecimento a partir dali e não a partir de um utópico nível predeterminado unilateralmente".

Pedro Demo apud Stano (1999), "expõe que a qualidade na formação profissional estará assegurada à medida que se instrumentalizar o aluno na construção do conhecimento, no aprender a aprender". Destacando-se a importância do aprender a aprender, como característica geral, "o aluno é colocado no centro do processo e o professor passa a exercer o papel de facilitador da aprendizagem" (Cunha, 2000).

De acordo com Pereira, Freire e Seixas (2003), "*o objetivo da educação não é apenas cobrir uma gama de conhecimento, mas ensinar como aprender, resolver problemas e sintetizar o velho com o novo*", ou seja, "*assimilar a nova informação a uma informação já existente em suas estruturas mentais, para assim formar um novo conhecimento mais complexo*".

Isso nos leva a teoria de Piaget (1977), onde a aprendizagem ocorre quando a relação entre o indivíduo e o seu meio de relações está em plena interação. O indivíduo não precisa receber respostas prontas. Através dos seus erros e acertos, do expressar o que pensa, tomando consciência do meio em que vive, ele desenvolve um ciclo de aprender a aprender.

DIB apud Pereira, Freire e Seixas (2003), "afirma que os métodos tradicionais de ensino, baseados nas aulas expositivas e na passividade do aluno são reconhecidamente ineficientes, produzem resultados modestos e precisam ser substituídos por práticas que levem em conta os conhecimentos científicos do processo de ensino e de aprendizagem. É importante que "os professores se preocupem em fornecer aos alunos ferramentas para que estes possam aprender a estudar e trabalhar em equipe".

O pensamento atual indica que a possibilidade de inclusão da pesquisa como princípio científico e educativo tem, como base de acordo com Silva (2000), (a) a contribuição dos

professores, alunos, pesquisadores, bibliotecários, funcionários e comunidade na construção do conhecimento; (b) a possibilidade do aluno aprender usufruindo de todos os recursos ao seu alcance, como informações, computadores, softwares, etc; (c) a associatividade que o aluno realiza entre conhecimentos técnicos, gerais e específicos; (d) as evidências de busca de novos conhecimentos apresentadas pelos alunos; (e) o uso racional dos tempos de construção do conhecimento através de provocações geradas pelo professor; (f) a reação do aluno à proposta de construção de um conhecimento a partir da predeterminação unilateral do professor; (g) a condição de atuação dos alunos no campo de estudo fornecido; (h) o desempenho dos alunos considerando a sua experiência pregressa; (i) o papel da organização, relação e hierarquização das informações oferecidas aos alunos; (j) a importância da discussão e orientação docente; (l) a pertinência da experiência para aplicação, avaliação e inter-relacionamento de conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Em particular, "a formação do engenheiro não pode ser feita somente de fórmulas e conceitos. Ele precisa estar preparado para tomar decisões, saber buscar informações e saber aplicá-las, possuir uma visão sistêmica para melhor analisar situações novas, ou seja, o aluno precisa aprender a aprender" (Carvalho, Porto, Belhot, 2001).

O aluno precisa perceber, desde o início do seu curso, que "todos os conceitos que está adquirindo fazem parte de um conteúdo maior. O conjunto desses conceitos será necessário para sua formação, não só profissional, mas humanista" (Carvalho, Porto, Belhot, 2001).

O ensino "não pode ser organizado e construído descontextualizado de um processo maior que envolve o conceito de conhecimento, os valores e a compreensão do homem que se pretende formar" (Cunha, 2000). "*O ato de educar consiste na formação do homem ético e em condições de agir de acordo com uma escala de valores que lhe seja própria e condizente com o bem comum. O espaço da sala de aula é o lugar para abordar estas questões, sempre que possível e de forma apropriada*" (Cunha, 2000).

No ensino de engenharia, em particular, "é importante o contato entre o professor e o aluno, pois muitas vezes o professor possui além do conhecimento teórico, o conhecimento prático do assunto e a maturidade profissional que ajuda o aluno a se sentir mais seguro para aprender e diminuir seus medos em relação a sua capacidade de adquirir conhecimento" (Carvalho, Porto, Belhot, 2001).

O professor "*conseguirá desafiar seus alunos a construir novos conhecimentos e fazer uma rede de informações consistente, se procurar entender aquilo que é significativo para eles. O professor passa a ser o mediador das relações existentes entre o aluno e o conteúdo. Essa mediação é necessária para que o aluno seja orientado pelos caminhos que a aprendizagem é desenvolvida*" (Carvalho, Porto, Belhot, 2001). Porém na biblioteca há também o bibliotecário no papel de mediador, que segundo kuhlthau (1994) mediador é aquele que ajuda, guia, orienta, intervém no processo de construção do conhecimento de outra pessoa.

É importante que o professor conheça o ciclo da aprendizagem, pois é através dele que o planejamento do ensino e das atividades acadêmicas será encaminhado. Para iniciar o ciclo da aprendizagem, o professor “precisa considerar que o aluno tem conhecimentos anteriores, e esses conhecimentos precisam ser identificados para que os novos conceitos possam ser ancorados neles. Esse é o princípio básico da aprendizagem significativa” (Carvalho, Porto, Belhot, 2001).

O professor deve apresentar *“um material que tenha coerência com os conceitos adquiridos anteriormente pelo indivíduo, não só conceitos técnicos, mas conhecimentos gerais, desafiando o indivíduo a buscar mais e desenvolver novas fontes para sua estrutura cognitiva. Por outro lado, o indivíduo precisa estar disposto a ser desafiado e a buscar os novos horizontes de conhecimento”* (Carvalho, Porto, Belhot, 2001). Para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário a disponibilidade do indivíduo, ou seja, ele precisa querer aprender.

Sem uma mudança no processo de ensino e aprendizagem, os alunos “continuarão a sair de seus cursos com dificuldades para se adaptarem as mudanças exigidas pelo mercado” (Carvalho, Porto, Belhot, 2001). O aluno deve entender que é ele quem enfrentará o mundo e, em particular, o mercado de trabalho (Menezes, et al., 1987).

Há, igualmente, uma grande necessidade de se analisar o rol das disciplinas que integram o currículo de engenharia. “A questão curricular deve ser vista de forma global, como postura pedagógica de um grupo de professores que tem atividade no curso” (Menezes, et al., 1987).

As disciplinas devem ter, por objetivo, que o aluno aprenda a fazer. “O dever de ‘saber fazer’ só pode ser alcançado se assegurarmos ao aluno condições para ‘aprender a fazer’ e, essas condições não significam apenas o seu acesso à Universidade, mas também à comunidade e ao sistema de produção, campo onde irá atuar” (Menezes, et al., 1987).

Segundo Figueiredo (2003), o processo de aprendizagem dominante ainda hoje no ensino de engenharia, está baseado na assimilação de conhecimentos. “O conteúdo é depositado na mente dos estudantes, através de aulas expositivas, palestras e leituras, onde deve ficar estocado em suas memórias para ser acessado posteriormente quando solicitado”. Há, porém, um grande problema na aprendizagem baseada somente em assimilação. “O conhecimento acumulado pode ser perdido por obsolescência ou pelo esquecimento”.

Há porém um outro processo, que segundo Figueiredo (2003), poderia ser chamado de “processo de desenvolvimento de conhecimento”. Diferentemente do anterior, este processo envolve uma postura ativa e não passiva. Os estudantes aqui descobrem e interpretam, por eles mesmos, um conjunto de relacionamentos cognitivos. “A natureza deste processo é inerentemente ativa e criativa”, através da construção e reconstrução de conhecimentos (Figueiredo, 2003).

O grande desafio para o ensino de engenharia no próximo século será “desenvolver e utilizar metodologias de ensino

que possam servir de base para formação de um cidadão que seja capaz de utilizar o conhecimento para enfrentar criativamente os problemas da sociedade” (Figueiredo, 2003).

A elaboração de projetos pedagógicos para os cursos de nível superior, em especial os de engenharia, deve ser vista como uma ação que vai muito além de um simples atendimento a uma exigência imposta pela LDB. Nos projetos pedagógicos, devem estar estabelecidos, de forma clara, fundamentada e consistente, todos os aspectos relacionados ao perfil do profissional que se deseja obter ao final do curso (Vieira e Vieira Junior, 2003).

De acordo com Burini e Pinheiro 2003, “a formação de engenheiros, aptos a trabalhar em ambientes globalizados, requer que sejam utilizadas práticas pedagógicas que possam trazer a realidade da atividade profissional para o ambiente acadêmico”

Tanto docentes quanto alunos “deverão estar mais envolvidos em atividades de projeto e pesquisa, [...] onde alunos e professores são empurrados a resolver problemas de complexidade crescente, redescobrimo o conhecimento e iniciando novas tecnologias”. Muito mais que engenheiros, “devemos estar formando cidadãos para o exercício pleno da profissão, com entendimento de valores sociais, éticos e morais” (Chiganer, et al., 2003).

Os objetivos dos cursos de nível superior *“devem ser cuidadosamente estruturados, visando à formação de profissionais conscientes e capazes, com conhecimentos sobre os diversos elementos necessários ao seu exercício, com plena visão da função social e política por ele desempenhada dentro do contexto da sociedade”* (Vieira e Vieira Junior, 2003). “A discussão acerca das mudanças necessárias ao sistema de ensino como um todo e em engenharia especificamente tem sido uma constante em todas as instâncias da sociedade” (Silva, 2000).

O ENSINO DE ENGENHARIA

Os desafios enfrentados pelos países hoje em dia estão fortemente relacionados com a velocidade com que tem sido gerados novos conhecimentos científicos e tecnológicos, ocasionando contínuas transformações sociais.

Segundo Carvalho, Porto e Belhot (2001), *“as necessidades de produtos novos, as questões ambientais, a preocupação com o crescimento econômico, a visão da contribuição na sociedade e o conhecimento do contexto mundial, hoje são exigências implícitas na formação do profissional que atuará na sociedade”*.

Considerando igualmente que atualmente estamos em uma “sociedade em que o conhecimento é o maior bem para a própria sobrevivência de homens e grupos competitivos, torna-se mister que qualquer profissional seja, antes de tudo, um sujeito aprendente, ou seja, um sujeito capaz de interpretar, discernir, criar (Stano, 1999).

Senge apud Figueiredo (2003) afirma que “talvez a aprendizagem se tornará mais importante que o controle”. Atualmente, organizações emergentes são percebidas como

“organizações baseadas no conhecimento”, como “organizações que aprendem”, como “organizações mais flexíveis”, adaptáveis e mais capazes de continuamente “se reinventarem”. Tais organizações terão como base a crença de que, “em um mundo de mudanças cada vez mais aceleradas e de crescente interdependência, a fonte básica de toda vantagem competitiva estará na capacidade relativa da empresa de aprender mais rápido do que seus concorrentes”.

Neste contexto, situa-se o profissional de Engenharia, e as atuais exigências que recaem sobre ele, determinadas pelo mercado de trabalho e pela sociedade. O mercado necessita de profissionais com um novo perfil. As empresas “precisam de especialistas que tenham a capacidade de aprender e trabalhar em equipe” (Pereira, Freire, Seixas, 2003).

Por isso, de acordo com Barros et al. (2003) devem-se promover as modificações necessárias para que os cursos de Engenharia permaneçam em sintonia com os avanços da técnica e da tecnologia, influenciando diretamente o perfil profissional a ser graduado.

As aplicações, atividades e técnicas de trabalho, por exemplo, bastante características da Engenharia de Produção contemporânea, “são amplas e requerem de modo contínuo a atualização e modernização de suas filosofias e metodologias”. Desta forma, a preocupação com a adequada formação de profissionais da área deve levar as instituições de ensino e pesquisa a buscarem a atualização dos meios e recursos para este fim (Barros et al., 2003).

De fato, com a revolução tecnológica e o fenômeno da globalização, “o perfil do engenheiro esperado no mercado mudou, bem como as transformações de conteúdo e metodologia de ensino sofreram mudanças radicais” (Chiganer, et al., 2003).

Segundo Rozenfeld e Amaral (2003), a maioria das instituições de ensino tem, tradicionalmente, “formado pessoas com alto grau de conhecimento especializado, sem possuir, no entanto, o perfil de gerenciamento, liderança e trabalho em equipe exigidos pela atual dinâmica competitiva e pelas mudanças que as novas tecnologias, principalmente a informática, causaram no ambiente e organização do trabalho”.

Para que os engenheiros sejam profissionais transformadores, devem possuir capacidade para “conduzir suas ações de maneira sistemática e apropriada, associada à capacidade para construir novos conhecimentos à medida que o mundo e as circunstâncias o exigirem” (Figueiredo, 2003). Exige-se, assim, dos futuros profissionais de engenharia, que estejam constantemente aprendendo e se atualizando, durante todo o curso de suas vidas.

Papel fundamental neste processo tem o ensino e aprendizado. Segundo Stano (1999), “a qualidade formal e política do profissional de engenharia, bem como suas funções são ideologicamente determinadas em sua formação”.

Castro apud Barros et al. (2003), afirma que, no contexto atual, em que a qualificação profissional se traduz em

conhecimentos e habilidades cognitivas e comportamentais, de forma articulada com o mundo do trabalho, o acesso ao ensino superior não é mais condição básica para se manter a empregabilidade num mercado de trabalho cada vez mais restrito e competitivo. Necessário se faz, obter uma adequada formação para que o profissional tenha condições de competir e se aprimorar continuamente.

Este início de século apresenta, ao ensino de engenharia no Brasil, “*um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. Conceitos como interdisciplinaridade, engenharia concorrente, reengenharia, qualidade total e planejamento sistemático são cada vez mais exigidos dos profissionais da engenharia, no sentido destes se adaptarem aos novos paradigmas da sociedade moderna. Não se adequar a esse cenário, procurando formar profissionais competentes e criativos, significa ficar atrasado no processo de desenvolvimento*” (Watson apud Borges e Aguiar Neto, 2000).

O aluno, ao terminar seu curso de graduação, deve estar habilitado a atender às exigências do mercado de trabalho, satisfazer suas necessidades como ser humano e conseqüentemente promover o desenvolvimento e bem estar da sociedade em que vive.

Segundo Menezes et al. (1987), dos futuros engenheiros de produção, em particular, espera-se que aprofundem seus conhecimentos, enriquecendo seus patrimônios técnicos, científicos e culturais.

A ABEPRO (1997), descreve várias das habilidades exigidas a um engenheiro de produção. Dentre elas, destacam-se (a) a disposição para auto-aprendizado e educação continuada; (b) a capacidade para trabalhar em equipes multidisciplinares; (c) capacidade de identificar, modelar e resolver problemas; (d) a capacidade para “pensar globalmente, e agir localmente”.

As competências e habilidades que o engenheiro de produção deve possuir “estão diretamente associadas às exigências profissionais ou funcionais requeridas por um mercado de trabalho em constante transformação”. Competências e habilidades, tais como a capacidade de adaptação a novos ambientes e novas situações, de se locomover entre países e culturas, a disposição para o aprendizado contínuo, habilidades interpessoais, a capacidade de trabalhar em equipe, de assumir papéis de liderança e tomar decisões, serão, assim, valorizadas (Barros et al., 2003).

Ribeiro apud Barros et al. (2003) afirma que “*algumas das técnicas e métodos gerenciais mais importantes para se alcançar a competitividade, principalmente no que tange a melhoria da qualidade e produtividade nas empresas, foram experimentadas ou estão associadas, direta ou indiretamente, à Engenharia de Produção*”, visto que é, a Engenharia de Produção, “a área da engenharia mais diretamente relacionada às questões de racionalização e otimização de recursos materiais e humanos”.

A BIBLIOTECA INSERIDA EM UMA PROPOSTA CURRICULAR DE ENGENHARIA

Para um aluno, com perfil de pesquisa, manter-se atualizado e ser um futuro profissional de engenharia, exige-se dele um esforço constante de busca e de utilização de informação, tendo em vista o ritmo acelerado do crescimento bibliográfico, tanto nacional quanto internacional.

A biblioteca universitária desempenha, tradicionalmente, o papel de mediadora entre o aluno e o documento indicado pelo professor em seu programa de curso. Com a adoção de uma nova proposta curricular para o curso de engenharia, que desenvolva no discente independência, criatividade, capacidade de solucionar problemas e espírito crítico, exigirá-se do aluno, gradativamente, uma atitude mais independente na busca da informação e de conhecimento. Desta forma, muda-se o papel tradicional desempenhado pela biblioteca, tornando-a um local privilegiado de aprendizagem. Muda-se também o papel tradicional do bibliotecário, que deverá passar a atuar como um agente facilitador do processo de ensino-aprendizagem (Luck et al., 2000).

No processo de elaboração de currículos, em particular do currículo dos cursos de engenharia, “cabe aos sistemas de bibliotecas universitárias desenvolver um trabalho conjunto com as comissões curriculares, facilitando o acesso a todas as informações” (Luck et al., 2000). As propostas curriculares “*devem contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a vida em sociedade, para a atividade produtiva e para a experiência subjetiva, podendo assim constituírem-se em instrumentação da cidadania democrática*” (Luck et al., 2000).

É essencial construir-se “*uma programação pedagógica que desafie os alunos a produzir, incorporando, ao trajeto curricular, atividades acadêmicas diversas, tais como estágios (de iniciação à docência, de iniciação científica e de atividades extensionistas), seminários, oficinas, eventos, dentre outras. Estas exigem leitura, elaboração, experimentação, contribuição e criação próprias e devem ser realizadas considerando a pesquisa como atitude do aprender a aprender*” (Luck et al., 2000).

Demo (1993), afirma que “a alma da vida acadêmica é constituída pela pesquisa como princípio científico e educativo, ou seja, como estratégia de geração do conhecimento e de promoção da cidadania”, culminando, desse modo, na elaboração própria e na capacidade de intervenção. Por isso, a pesquisa “deve ser trabalhada como atitude acadêmica diária pois permite não só construir conhecimento, como também, confrontar os saberes estabelecidos assumindo um papel ativo na relação ensino-aprendizagem” (Luck et al., 2000).

De acordo com Carvalho; Porto e Belhot (2001) “O indivíduo, normalmente, procura novas situações. É curioso por natureza e busca sempre o novo, porém os alunos devem estar preparados para buscar novos conhecimentos”, eles têm que querer aprender sempre mais, e é na biblioteca onde

os conhecimentos estão organizados, de acordo com as necessidades dos alunos de cada instituição.

Como já mencionado anteriormente, “o aprendizado só se consolida se o estudante desempenhar um papel ativo de construir o seu próprio conhecimento e experiência” (Borges e Aguiar Neto, 2000). Sob esta perspectiva construtivista, são apresentadas as novas orientações curriculares.

As diretrizes curriculares apresentadas pelo MEC propõem, dentro da construção de novos princípios, que “*se volte para uma abordagem que defina a graduação como um horizonte bem delineado a ser alcançado pelo aluno, através de mecanismos que o permitam chegar a esse horizonte. Ao atingir o horizonte delineado, novos horizontes vão se descortinar mostrando que a educação é um processo continuado e não existe a figura do profissional pronto e acabado*” (Borges e Aguiar Neto, 2000). Haverá sempre a necessidade de aprender a aprender e de se atualizar, e a biblioteca é o local privilegiado para isso, pois lá se tem contato com o que outros autores escreveram sobre determinado assunto, além dos variados recursos informacionais.

Uma das exigências ao futuro profissional de engenharia, é a capacidade de aprendizado permanente através de uma postura investigativa. Isto se dá através da pesquisa. A pesquisa desenvolve gradativamente, no aluno, tudo o que está envolvido em uma busca de informação e conhecimento, ou seja, criatividade, capacidade de solucionar problemas, espírito crítico, etc.

A pesquisa na biblioteca deve ser ensinada, pois é processo de aprendizagem. O(a) bibliotecário(a) pode e deve contribuir para a melhoria da qualidade das pesquisas. Basta que conheçam como contribuir na aprendizagem dos estudantes.

CONCLUSÕES

Em tempos em que o conhecimento se mostra em caráter de multiplicidade, o ensino não pode ficar acomodado entre quatro paredes de uma sala de aula, isso significaria coibir o desenvolvimento integral do indivíduo. O ser humano aprende melhor participando, agindo, fazendo e construindo o seu próprio conhecimento. E é nesse contexto que a biblioteca pode contribuir para o processo de qualidade do ensino e da aprendizagem na universidade, envolvendo a comunidade acadêmica.

Os professores e bibliotecários tem papel relevante na aproximação dos recursos da biblioteca aos procedimentos pedagógicos, almejando o aprendizado contínuo dos estudantes acadêmicos, pois é para isso que as bibliotecas universitárias são criadas, para atender as necessidades informacionais de sua comunidade acadêmica.

No caso da biblioteca universitária, tendo como foco universidades que tenham cursos de engenharia, a preocupação fundamental é que ela possa se constituir em um suporte básico, do projeto pedagógico, dos referidos

curso, para que o futuro profissional de engenharia, seja efetivamente um sujeito da construção do conhecimento na universidade e, para que a Universidade possa atingir seus objetivos de ensino, pesquisa e extensão. Assim, a biblioteca deve refletir a política da Instituição na qual está inserida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, J. G. M. de, et al. Reforma curricular do curso de engenharia de produção na faculdade de tecnologia de Resende: uma experiência inovadora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro, RJ. Anais.....Rio de Janeiro, 2003. CD-ROM.
- BORGES, M. N.; AGUIAR NETO, B. G. Diretrizes curriculares para os cursos de Engenharia: Análise comparativa das propostas da Abenge e do MEC. Abenge – Revista do Ensino de Engenharia, v.19, n.2, p. 1-7, 2000.
- BURINI, E. R. V.; PINHEIRO, A. C. F. B. O aprendizado baseado em problemas como metodologia de ensino nos cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro, RJ. Anais.....Rio de Janeiro, 2003. CD-ROM.
- CARVALHO, A. C. B. D. de, PORTO, A. J. V., BELHOT, R. V. Aprendizagem significativa no Ensino de Engenharia. Revista Produção, Porto Alegre, v.11, n.1, p. 81-90, nov. 2001.
- CHIGANER, L., et al. Projeto pedagógico dos cursos de engenharia da Universidade Veiga de Almeida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro, RJ. Anais.....Rio de Janeiro, 2003. CD-ROM.
- CUNHA, F. M. Ensino de engenharia: uma reflexão à luz da filosofia educacional. Abenge – Revista do Ensino de Engenharia, v.19, n.1, p. 1-9, 2000.
- DEMO, P. Desafios modernos da educação. Petrópolis: Vozes, 1993.
- FIGUEIREDO, R. S. O grande desafio para o ensino de engenharia no próximo século. Disponível na internet. <http://www.dep.ufscar.br/pet/boletim4.htm>. Obtido em: 22 set. 2003.
- KUHLTHAU, C. C. Seeking meaning: a process approach to library and information services. New Jersey: Ablex, 1994.
- LUCK, E. H. et al. A Biblioteca Universitária e as Diretrizes Curriculares do Ensino de Graduação. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 11, 2000, Florianópolis, Anais.... Florianópolis: UFSC, 2000. CR-ROM
- MENEZES, E. A. et al. O curso de engenharia de produção e sua interdisciplinaridade. In: Encontro Nacional de Engenharia de produção – ENEGEP, 7, 1987. Niterói. Anais...Niterói: UFF, 1987.
- PEREIRA, M. A. A.; FREIRE, J. E.; SEIXAS, J. A. A aprendizagem cooperativa no ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro, RJ. Anais.....Rio de Janeiro, 2003. CD-ROM.
- PIAGET, J. Psicologia da Inteligência. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- ROZENFELD, H.; AMARAL, D. C. Ensino de projeto do produto em engenharia de produção: desafios e proposta. Disponível na internet. <http://www.dep.ufscar.br/pet/boletim3.htm>. Obtido em: 22 set. 2003.
- SILVA, M. F. S. Diversificação de técnicas de ensino nos currículos de engenharia: aplicação e análise. Abenge – Revista do Ensino de Engenharia, v.19, n.1, p. 19-25, 2000.
- SOUZA, J. G. de. Renovação pedagógica no ensino de engenharia. Disponível na internet. <http://www.asee.org/international/INTERTECH2002/533.pdf>. Obtido em: 24 set. 2003.
- STANO, R. C. M. T. O lugar das ciências humanas e sociais na formação do engenheiro. Abenge – Revista do Ensino de Engenharia, v.18, n.1, p. 19-23, 1999.
- VAZ, M. da R. Graduação em engenharia elétrica – idéias e propostas. Itajubá, 1978. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia elétrica) – Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Itajubá, 1978.
- VIEIRA, M. e VIEIRA JUNIOR, M. O projeto pedagógico nos processos de inovações e de reformulações curriculares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro, RJ. Anais.....Rio de Janeiro, 2003. CD-ROM.

DADOS BIOGRÁFICOS DAS AUTORAS



Cristiane Neli de Carvalho Carpinteiro

Graduação em Biblioteconomia pela Escola de Biblioteconomia de Formiga - ESBI (1994), Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (2004), Bibliotecária da Universidade Federal de Itajubá. Áreas de interesse: Ensino de engenharia, Construção do conhecimento, Ensino-aprendizagem, Bibliotecas universitárias.



Rita de Cássia Magalhães Trindade Stano

Graduação em Pedagogia pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Itajubá - FEPI (1984), Mestrado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP (1994), Doutorado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP (2001), é professora adjunta de Ciências Humanas e Sociais e professora no programa de pós-graduação do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.

APRENDER A PENSAR E APRENDER A EMPREENDER: UMA ABORDAGEM EPISTEMOLÓGICA DA ENGENHARIA

José Remigio Soto Quevedo¹, Sergio Scheer²

RESUMO

Com o objetivo de propiciar uma visão longitudinal dos estudos acadêmicos aos alunos do Programa Especial de Treinamento da UFPR, ministraram-se dois módulos complementares ao curso de Filosofia da Ciência da Técnica. O primeiro módulo - Aprender a Pensar - visa formar pessoas com poder de reflexão na, e para, a teoria e a ação. Não se trata de ensinar a pensar, mas a pensar melhor. Consta de três partes: aprender a conceituar, aprender a julgar e aprender a raciocinar. O outro módulo - Aprender a Empreender - desenvolve e discute as possibilidades da academia propiciar conhecimentos tácitos. Este último, contém dois segmentos: o primeiro trata dos conhecimentos da prática (saber fazer) e sobre a prática (como fazer) enfocando a vida profissional; o segundo visa a formação de empresários da engenharia através de conceitos adequados de empreendedorismo e criatividade, como a arte de usar o conhecimento num mundo de tantas mudanças.

Palavras-Chaves: aprender, pensar, empreender, educação de engenharia

ABSTRACT

Two complementary modules were ministered in a Science and Technique Philosophy course with the purpose of giving to the students of the Special Training Program in Civil Engineering of the Federal University of Paraná in Brazil a longitudinal vision of their academic studies. The first module - Learning to Think - aims to empower people to be able to reflect in, and for, both theory and practice. It is not teach to think, but to think better. It consists of three parts: learning to conceptualize, learning to judge and learning to rationalize. The other module - Learning to Undertake - develops and discusses the academic ability to propitiate tacit knowledge. This last one, contains two segments: the first deals with practical knowledge (knowing to do) and with practice itself (how to do) focusing the professional life; the second seeks to form engineering entrepreneurs through appropriate concepts of entrepreneurship and creativity, as the art of using the knowledge in an exceptionally changing world.

Key-words: to learn, to think, to undertake, engineering education

INTRODUÇÃO

Em trabalho conduzido anteriormente junto aos alunos do Programa Especial de Treinamento em Engenharia Civil como investigação piloto – O Trilema do Ensino de Engenharia e o Aprender a Aprender – constatou-se por um lado um grande interesse, despertado pelo fato dos mesmos poderem ser protagonistas do aprendizado; e por outro, verificou-se uma necessidade de ampliar este protagonismo discente na vasta amplitude da vida profissional, por ora, plena de promessas e ameaças no imaginário dos alunos.

E, como enlace entre o “aprender a aprender” e o “aprender a empreender” estabeleceu-se o “aprender a pensar”.

A mitologia grega, tão rica em imagens e metáforas, referida no dizer de Angelo Salústio como, “essas coisas que não aconteceram nunca, mas que sempre existiram”, nos propicia através da história dos irmãos titãs, Prometeu e Epimeteu, a influência do pensar nas nossas vidas, e particularmente, na tecnologia. Em grego, Prometeu na acepção da palavra, significa “pré-pensador”, e pode ser interpretado como aquele que pensa antes de agir, o homem prudente. Já Epimeteu, é o “pós-pensador”, ou aquele que age antes de pensar. Enquanto o primeiro calcula, analisa as alternativas, delibera e busca fazer previsões para o futuro; já Epimeteu, não se detém a pensar, a fazer raciocínios, mas atira-se para a ação impulsivamente. Antes da criação da terra, do mar e do céu, todas as coisas tinham aspecto de uma massa confusa e

¹ Mestrando, Especialista. Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Construção Civil. E-mail: Quevedo@xmail.com.br

² Professor, Doutor. Universidade Federal do Paraná, CESEC – Centro de Estudos de Engenharia Civil, Caixa Postal 19011. CEP 81531-980, Curitiba, PR. E-mail: scheer@ufpr.br

disforme denominada como caos. Após a criação de plantas e animais, os deuses primitivos, viram que era preciso um ser mais nobre. Incumbiram então os dois irmãos titãs para a tarefa de criar os homens, que, por esse motivo refletem a grandeza e a fraqueza peculiares dos seus criadores. Ao que tudo indica, ao terminar a sua tarefa, Prometeu passa a aliar-se aos humanos na luta contra os deuses déspotas que oprimiam os mortais. Platão, relata num de seus Diálogos, Protágoras, o fato que assim descrevemos.

Epimeteu, propôs ao seu irmão que lhe o deixasse fazer sozinho essa tarefa; que consistia na distribuição de qualidades entre os diversos animais, ficando Prometeu, encarregado de verificar se o trabalho tinha sido bem feito. Feito o acordo, a seu feitio, Epimeteu, lançou-se à ação, dando a cada animal idênticas possibilidades de subsistência. Assim, para manter o equilíbrio, deu a um animal muita força, porém, privou-lhe de velocidade; a outro deu asas, mas privou-lhe de potentes mandíbulas. Enfim, quando terminou a sua tarefa percebeu, subitamente, que tinha sido imprevidente: havia distribuído todas as qualidades entre os seres irracionais, e nada restara para compor o ser humano. Eis, que então, vindo Prometeu fazer a verificação do trabalho, depara-se com uma terrível problemática: – todas as qualidades próprias dos mortais já haviam sido usadas e, agora só restavam como utilizáveis os atributos próprios dos deuses. Eis que então, numa atitude intrépida e com a ajuda de Minerva, sobe Prometeu ao Olimpo e rouba o fogo dos deuses, isto é: a capacidade inventiva. E, com o fogo, pôde então o homem fabricar armas – com os quais submeteu os outros animais; criar ferramentas – com os quais cultivou a terra; aquecer a sua moradia, ficando independente do clima.

Segue, a narrativa, com os castigos que Zeus, puniu a sua ousadia. Mas, para o estudo em apreço já é suficiente. Segundo diz GUAL (1997), poucos mitos, como o de Prometeu, possuem tanta riqueza de possibilidades em explicar a trama do mundo e dos homens. E, cita as mais diversas interpretações que foram dadas a este mito no decorrer dos tempos pelos grandes pensadores da humanidade: Nietzsche, Kafka, Goethe, Shelley, entre outros; e que convergem para três aspectos: a introdução do sacrifício no mundo, o progresso técnico do homem, e, a causa da criação da mulher – Pandora.

Explanado o mito de Prometeu, iniciou-se com os alunos o tema do pensar, a faísca sagrada, o atributo subtraído dos deuses, a fim de tornar viável a vida dos humanos na terra. Estando em pleno curso de engenharia, fruto de impulso “epimeteico” ou não, há um claro desafio, restando também viabilizá-lo, torná-lo útil. Resta o pensar, no momento adequado, antes, de maneira previdente e clara.

APRENDER A PENSAR

O tema da inovação e das mudanças são assuntos comuns em todos os campos de atividades no mundo atual. No ensino, propriamente, isto não é uma novidade. Por outro lado, os que estão de alguma forma ligados à vida universitária, percebem que estão trabalhando numa instituição altamente

burocratizada. E o que há de novo nisso? A novidade é que vive-se num mundo onde as coisas vão se alterando numa velocidade estonteante, e mesmo as organizações mais dinâmicas e flexíveis tem encontrado dificuldades em acompanhá-las. A relação causa-efeito entre a educação, o mundo ou a vida pessoal, está analisada com riqueza de detalhes em HOZ (1987):

A correspondência entre as mudanças sociais e as mudanças na educação não permite estabelecer a relação causal entre ambas. Frequentemente, ouvimos ou lemos que a educação é uma das causas de mudança social (...), no entanto, afirma-se também que a proposição oposta é a mais verdadeira, ou seja: que a educação seria uma variável dependente das mudanças sociais. Às vezes fala-se de educação como um fator de continuidade social e às vezes como um fator de renovação social. O mais importante é que entre a educação e a sociedade exista uma causalidade circular ou concausação, (...). Em resumo, as relações entre sociedade e educação partem da condição paradoxal da pessoa humana, que sendo princípio consistente de atividade, necessita, porém, dos influxos exteriores, aos quais está aberta, para o seu próprio desenvolvimento.

Segue o referido autor traçando um paralelo entre o caráter religioso da educação primitiva oriental, à qual correspondia uma assimilação educacional receptiva e ritual; na civilização grega, que com a introdução da razão para entender e reger a vida humana, viu nela o gênio de Sócrates o fator que gerava a verdade e a virtude; na civilização cristã, a introdução do sentido sobrenatural. Com os povos exteriores a Roma veio o realismo na educação, e estes, em conjunto com o próprio cristianismo, formaram o cavaleiro e o monge. Na Idade Média e no Renascimento, com as Universidades, a formação humanista reviveu com a necessidade de capacitação de homens para o governo. Na época moderna, com o desenvolvimento do Estado, introduziram-se os fatores políticos, e na revolução industrial que trouxe a técnica e as grandes aglomerações urbanas, viu-se a tecnificação e a massificação das instituições escolares. HOZ (1987), sua análise que o acima exposto leva a crer que a uma nova sociedade corresponde uma nova educação, mas, na realidade a rejeição aos postulados da antiga não ocorre de maneira absoluta, pois permanece uma série de valores.

Entre o Ensinar e o Aprender está o Pensar

A atividade intelectual é a principal característica do ser humano relativo aos outros animais, pois é um ser inteligente, e segundo GUITTON (2000), literalmente significa “ler dentro”. oriundo do latim “intus legere”; isto é: o que pensa.

A mais primária função do professor é o incentivo que deve propiciar aos seus alunos no sentido de adquirirem conhecimentos e habilidades. É lógico que a tarefa cabal do professor deve ser muito mais abrangentes do que ensinamentos concretos. HOZ (1987), em seguimento ao que Guitton definiu acima, diz que o professor deve atingir sua

plena realização quando sob a sua orientação, o estudante chega a ser capaz de exercer a atividade intelectual própria do homem, e mediante ela, chegar a um conhecimento profundo da realidade e resolver os problemas que a vida lhe coloca. E completa, dizendo:

Em outras palavras, o professor tem de ensinar coisas, proporcionar conhecimentos concretos, mas também deve ir além, até “ensinar a pensar”, ou, falando mais propriamente, estimular e orientar seus alunos a que cheguem a “aprender a pensar”. Mas aprender a pensar é adquirir capacidade de reflexão e relação, e tal aprendizagem só é possível quando os diversos conhecimentos particulares e as múltiplas tarefas da educação tenham sido ordenados em um sistema que reflita a unidade do pensar e do proceder.

No sentido dessa capacidade de reflexão e relação que o pensamento propicia, pode ser visto em GAGNÉ (1974), alguns tipos de aprendizagens e os seus respectivos modos de pensar:

- Aprendizagem de sinais: onde se aprende a dar resposta de maneira geral e difusa a sinais. É o clássico reflexo condicionado de Pavlov;

- Aprendizagem do tipo estímulo-resposta: aprende-se uma resposta precisa a um estímulo discriminado. O que se aprende é uma conexão, analisada por Skinner;

- Aprendizagem em cadeia: adquire-se uma cadeia de duas ou mais conexões entre estímulos e respostas. Também descritas por Skinner;

- Associações verbais: a aprendizagem de cadeias verbais. Basicamente, as condições se assemelham á das outras cadeias (motoras);

- Aprendizagem de discriminações múltiplas: aprende-se a dar inúmeras diferentes respostas identificadoras em relação a diferentes estímulos, que devem assemelhar-se fisicamente, em maior ou menor grau;

- Aprendizagem de conceitos: aprende-se com a capacidade de dar uma resposta comum a uma classe de estímulos que podem diferir uns dos outros de maneira mais profunda quanto à aparência física. Torna capaz de dar uma resposta que identifica toda uma classe de objetos ou fatos;

- Aprendizagem de princípios: simplificadamente, um princípio é uma cadeia de dois ou mais conceitos; e,

- Aprendizagem por resolução de problemas: requer da pessoa a presença de um elemento interno habitualmente denominado de pensamento. Dois ou mais princípios anteriormente adquiridos são combinados de maneira a produzir uma nova capacidade que se pode indicar como dependente de um princípio de “ordem superior”.

Defende Gagné, categoricamente, a idéia de que cada tipo de aprendizagem se inicia a partir de um estado diferente do organismo e finaliza com uma capacidade diferente de desempenho, e conclui que a condição mais importante para a distinção de aprendizados é o estado inicial, ou os requisitos prévios. Frente a este modelo, amplamente aplicado, de inegáveis benefícios e com esquema programático definido, propõe-se um outro, que não seja meramente receptivo e sim pela descoberta, pois desta forma se está provocando precocemente no aprendente a atitude necessária para um aprendizado autônomo e estimulante. Esta dimensão do ensino denominado de aprendizagem pela descoberta esta abordada em confronto com o modelo receptivo em MADRUGA (1996). Como freqüentemente no ensino da engenharia faz-se uso de projetos, pode-se unir este modelo à tarefa de elaboração de projetos e, através desta união, conseguir um estímulo ao estudo e a investigação por parte dos alunos.

Diz OLIVEIRA (1978), que dos reflexos puros aos condicionados, ao ensaio-erro, aos atos habituais, há um caminhar nítido e rápido. Os atos habituais podem ser motivo de posterior reflexão, ou podem iniciar-se conscientemente e continuar mecanicamente. Os atos propriamente voluntários se atêm às três áreas, conforme a Figura 1: como ato, ao plano de atividade; como decisão seria decorrência de móvel emotivo, área da afetividade; e, como raciocínio, área da inteligência. Na área intelectual recomenda a autora que se utilizem procedimentos de reflexão, sejam solicitados ou suscitados através de situações problemáticas ou de pesquisa. Neste aspecto, tocante à reflexão,

DEWEY (1959), na sua clássica obra “Como Pensamos”, diz que se por um lado sabemos que todos os homens pensam, existem porém, aqueles que pensam melhor. E, na referida obra, considera como melhor, o chamado pensamento reflexivo; definido como a espécie de pensamento que consiste em examinar mentalmente o assunto e dar-lhe consideração séria e consecutiva.

CATEGORIAS	FUNÇÕES	SITUAÇÃO INICIAL	PONTO DE PARTIDA	AÇÃO E REAÇÃO/ DIDÁTICA	RESULTADOS PARCIAIS / FINAIS
Automatismo Aprendizagem motora e mecânica	atividade	capacidade	reflexo	fazer / repetição e exercícios	habilidades / técnica
Elementos emotivos Aprendizagem sentimental	afetividade	impulsos	sensação	sentir / participação	atitudes, sentimentos / belas artes
Elementos ideativos Aprendizagem nocional	inteligência	possibilidades ignorância	percepção	pensar / resolução de problemas pesquisa e reflexão	informações, noções / ciência e filosofia

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (1978)

Figura 1. Áreas e funções de ação do aprendizado

DEWEY (1959), que no campo do ensino foi o criador da linha *learning by doing*, posteriormente seguida por Charles Peirce, um pragmatista metódico; dizia que o pensar, restringia-se em geral àquilo que não é diretamente percebido pelos sentidos. Em resumo podemos dizer que a sua importante obra a respeito do pensar contém os seguintes pontos:

- o pensamento reflexivo aspira a chegar a uma conclusão;
- ele impele à inquirição e à pesquisa, fazendo um cuidadoso exame de todos os conhecimentos, elabora suas hipóteses e depois sua comprovação;

- o pensamento reflexivo é uma cadeia – um curso sucessivo de coisas através da mente; cada fase é um passo de um ponto a outro, tecnicamente falando, um termo do pensamento. Cada pensamento deixa um depósito, de que se utiliza o termo seguinte. A correnteza se transforma numa cadeia

- o pensamento reflexivo tem como objeto aquilo que os sentidos de per si, não são capazes de abarcar totalmente;

- divide o ato de pensar nas seguintes fases: 1) um estado de dúvida, hesitação ou perplexidade; 2) um ato pesquisa, busca ou investigação, para encontrar a solução do problema;

o ato de pensar é regulado por seu objetivo. A necessidade de resolver um problema é o fator básico e orientador de todo mecanismo de reflexão. Não sendo espontâneo, age em função de um agente motivador.

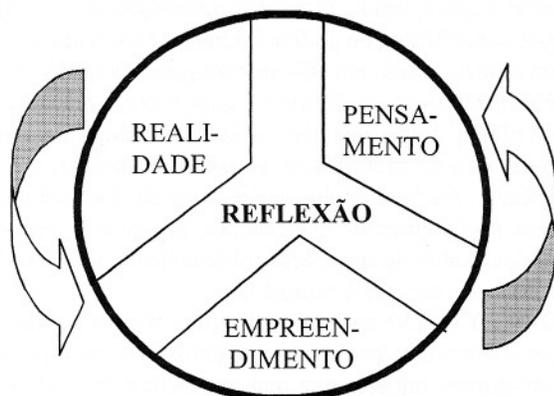


Figura 2. Aprendizado contínuo pela reflexão antes, durante e após a ação

Quanto aos tipos de pensamento GUERRERO (1995), relaciona os seguintes:

- Pensa bem nisto. (reflexão)
- O que você pensa deste assunto. (compreensão)
- Pense bem no que vais a dizer. (análise, decisão)
- Não é correto o que você pensa. (coerência)
- Pensei em você todo dia. (recordação)
- Os filósofos pensam muito (idéias)
- Vamos pensar diferente (criatividade)
- Devemos pensar no amanhã. (planejar)
- No que você anda pensando. (imaginação)

De acordo com o anteriormente visto, evidenciou-se a importância do pensar para que de fato ocorra o aprendizado. Mostrou-se isto aos alunos na aula introdutória e com isso puderam constatar que o aprendizado se dará somente com o

curso da vontade – a atenção, por exemplo - vide a Figura 6 - e da iniciativa deles. Fato que no decorrer de suas vidas, tornará imprescindível o ato de pensar. Nesse sentido separou-se o conteúdo das três aulas do módulo “aprender a pensar” em: aprender a conceituar, aprender a julgar e aprender a raciocinar, descritos a seguir.

O conhecimento intelectual humano realiza-se mediante um único e completo movimento do entendimento graças ao qual este assimila, de um modo profundo, cada um dos entes concretos que tem à sua volta. Dada à imperfeição própria do entendimento humano, esse movimento único do nosso conhecer foi decomposto por Aristóteles em três atos particulares, distinto um dos outros aos quais chamou de: simples apreensão, juízo e raciocínio, conforme VERNEAUX, (1974). Cada um realiza uma operação própria, porém parcial, não representando portanto um conhecimento completo do ente. Apresentam-se a seguir as três partes aulas que se constituíram em: aprender a conceituar, aprender a julgar e aprender a raciocinar.

O conteúdo do aprender a pensar: conceituar, julgar e raciocinar

A conceituação ocorre através da simples apreensão que acontece após um certo tempo de fixação do pensamento num ente qualquer. A mente então capta uma essência, sem porém, afirmar ou negar nada, pois esta operação é mais própria do juízo, e que trataremos adiante. No término de uma simples apreensão surge, então o conceito, também conhecido como idéia, declara SANGUINETI (1994), e diz ainda ser chamada de conceito porque a simples apreensão é uma concepção. Logo, no início do pensamento que se dá por uma percepção do sujeito, este concebe, atua, modifica-se interiormente representando para si mesmo o objeto da sua atenção em um símbolo, um conceito. Por isso, também o pensar é um trabalho com símbolos (do árabe *syn-ballen*), que significa “em lugar de”. A concepção do saber ligada à subjetividade encontra-se na maior parte dos trabalhos de pesquisa em cognição, sendo abordado em termos de representações mentais, atribuídas à gênese em Jean Piaget e a estrutura inata do pensamento (regras, esquemas, mecanismos, etc), em Noam Chomsky. O termo é a expressão oral do conceito, pois como já é sabido, o conceito apresenta ao entendimento uma natureza ou essência, e por isso tem uma significação. DIETERICH (1999), diz que os conceitos são os veículos do conhecimento na ciência, porque antes de qualquer investigação o pesquisador a realiza antes na sua mente: constrói hipóteses, verifica, (...), realiza enfim uma série de tarefas através de conceitos (símbolos, palavras, números, etc), que representam os fenômenos reais e, que de outra forma teriam de ser tediosamente executados na realidade. Compreender é aprender um significado.

O segundo ato do entendimento que está em processo de conhecer é chamado de juízo. É claro que a conceituação, o juízo e o raciocínio não são tarefas seqüenciais. Nos moldes da conceituação, explica-se bem o caso da intuição, que é uma verdade imediatamente apontada e apreendida, sem o concurso de uma cadeia de raciocínios. Kant, na *Crítica da Razão Pura*, diz que uma percepção não é, a rigor, nem

verdadeira nem falsa, mas apenas o juízo que faço a respeito dessa coisa é verdadeiro ou falso. SANGUINETI, (1994), define o juízo (na Lógica, proposição), como a composição dos conceitos atribuindo uma a um sujeito mediante o verbo ser. É pois, o ato do entendimento que compõe ou divide, afirmando ou negando. Ao final da simples apreensão o entendimento expressa um conceito, e o juízo irrompe do ato de julgar

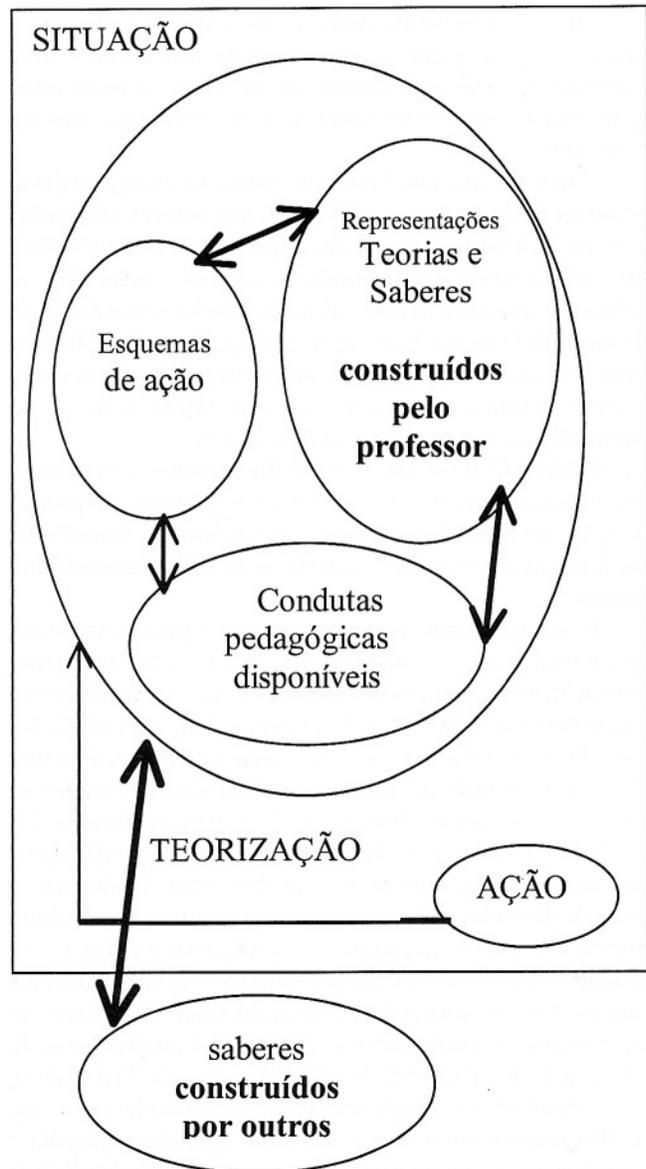
Quanto ao conhecimento científico, POPPER (1974), declara que o conhecimento objetivo consiste em emitir julgamentos hipotéticos, e em tentar mostrar pela sua teoria – o falsibilismo popperiano – que eles são falsos. ARTIGAS (1994), comenta, entretanto, que esta posição de Popper é controversa, pois ao falsear uma teoria está admitindo a falseadora como verdadeira.

Finalizando o primeiro módulo, apresentam-se as principais características da formação do raciocínio, também chamados de argumentação ou discurso da mente. No seu processo de conhecimento o homem move-se do terreno conhecido para o desconhecido, e o faz raciocinando, sendo que essa descoberta de verdades novas a partir daquelas já conhecidas, é o essencial no raciocínio. VERNEAUX (1974), destaca o aspecto da formação do raciocínio, feito a partir dos juízos, que por sua vez, a partir da comparação de dois conceitos. Raciocinar é portanto, provar uma coisa por outra; que são chamadas de premissas. E, nesse sentido, fazer um julgamento verdadeiro sobre qualquer coisa, não é apenas julgá-lo como tal, mas perceber em que circunstâncias é válido esse juízo. No campo científico, os partidários da teoria da argumentação lutam por estabelecer um critério do saber que ultrapasse o quadro das ciências empíricas, e assim os critérios de validade não se limitem mais à adequação de asserções e fatos, mas passam por consensos racionais. Verneaux, assinala três elementos constituintes do raciocínio: o antecedente, o conseqüente e a conseqüência. E a divisão da argumentação em: condicional, sinalizada pela partícula “se”; causal, sinalizada pela partícula “porque”; e a racional, sinalizada pela partícula “portanto”.

Particularmente é interessante observar o progresso dos alunos quando após ser apresentada a metodologia de análise do raciocínio, as oito regras do silogismo, se pede que façam em grupos algumas interpretações de textos apropriados. Boa participação dos alunos também se consegue na tarefa de identificação de sofismas em textos da imprensa. Concluída a tarefa de interpretação, apresentação e discussão, pede-se uma nova crítica, com uma estratégia de análise mais profunda que inclua pontos de reflexão como: contextualização geográfica, transposição no tempo para os dias atuais, possibilidades de generalização, aplicação, etc.

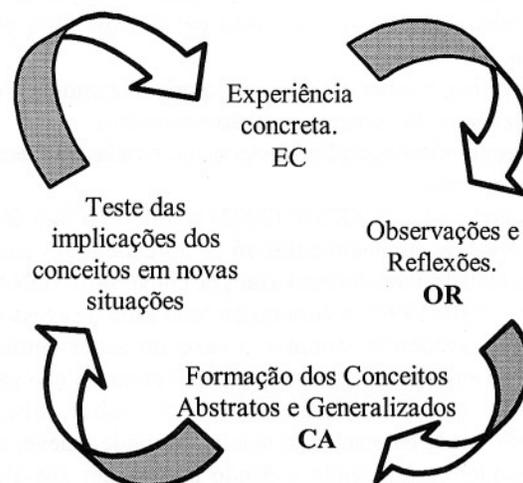
APRENDER A EMPREENDER

Para que tanto esforço na academia, quando, na vida real não saberemos executar as tarefas próprias da nossa profissão? Pensar e estudar para quê, se não há empregos ou oportunidades? Estas e outras interrogações



Fonte: PERRENOUD et al. (2001)

Figura 3. As competências (Charlier, 1996)



Fonte: KOLB (1997)

Figura 4. Modelo vivencial / aprendido

assaltam continuamente a vida dos estudantes, preocupação esta que se torna aguda nos últimos anos escolares e pode ser expressa na seguinte consideração: estou concluindo o meu curso, e, a verdade é que não me sinto capaz.

Afinal o que tem havido de errado na passagem desse homo sapiens ou academicus para o homo faber? Como pode-se contribuir neste aspecto, tão importante e decisivo? Que estratégias educacionais poderão ser implementadas no sentido de sintonizar os currículos e atividades com a demanda do mercado? Onde achar respostas a estas questões? Buscar estas respostas em dois temas que, no entender dos autores, podem elucidá-los e que são a temática relativa às competências e à gestão do conhecimento.

PERRENOUD et. al (2001), define competências como a articulação de três registros de variáveis: saberes, esquemas de ação, um repertório de condutas e de rotinas disponíveis. As relações entre esses conjuntos estão esquematizadas na Figura 3.

De maneira geral, os autores que abordaram o tema das competências concordam em seus três aspectos: conhecimentos, habilidades e atitudes, que devem atuar em conjunto numa situação real. E também quanto à sua validação, pois ela ocorre na circunstância concreta e, portanto, necessita de uma atualização permanente – não se é competente, mas se está competente. Entre esses autores destaca-se LE BOTERF (2003), que classifica os saberes em três tipos: teóricos (relativo à compreensão dos fatos, fenômenos e coisas); do ambiente (relativo ao meio, contexto e cultura organizacional no qual o indivíduo está imerso e atua); e, os saberes procedimentais (relativo ao modo e aos regulamentos que prescrevem uma ação). O referido autor dá ao leitor, ao desmembrar o saber-fazer em três partes, a possibilidade de um enlace com a obra de NONAKA e TAKEUCHI (1997), cujas idéias sobre conhecimentos de natureza explícita e tácita, os alunos já tiveram contato no módulo “aprender a aprender”; e, também com o modelo de aprendizagem vivencial de KOLB (1997), de igual familiaridade com o grupo. LE BOTERF op. cit. divide o saber-fazer em:

- formalizado: os métodos, processos, equipamentos e aplicativos cujas operações estão previsíveis e de pleno domínio;
- empírico: o saber oriundo da experiência prática, e cujo aprendizado se dá somente na ação concreta; e,
- cognitivo: as operações intelectuais ativadas na execução da ação concreta.

Da obra de LE BOTERF (2003) se infere o fato de que certos tipos de conhecimentos só se aprendem em contato com a realidade, com diversos graus de conversão (NONAKA e TAKEUCHI, 1997), e com quase total falta de acesso nos bancos da academia, como é o caso do saber-empírico. Desenvolveu-se, então, como principal contribuição para a formação do aluno este aspecto do saber, que, na impossibilidade da academia resolvê-la, pode e deve, atuar subsidiando, esclarecendo e dando a conhecer aos alunos esta realidade. No tocante a KOLB (1997), o seu modelo de aprendizagem vivencial é concebido como um modelo

quadrifásico, conforme mostra Figura 4. A experiência concreta imediata é a base da observação e da reflexão. Tais observações são assimiladas na forma de uma teoria a partir da qual podem-se deduzir novas implicações para a ação. Tais implicações ou hipótese servem então de guias durante a ação para criar novas experiências. Para o efetivo aprendizado, os aprendizes necessitam de quatro diferentes habilidades: experiência concreta (EC); observação reflexiva (OR); conceituação abstrata (CA); e, experimentação ativa (EA). Ou seja, devem ter capacidades de envolvimento completo, aberto e imparcial em novas experiências (EC), refletir e observar essas experiências a partir de diversas perspectivas (OR), criar conceitos que integrem suas observações e teorias sólidas em termos de lógica (CA), e usar essas teorias para tomar decisões e resolver problemas (EA). Sendo de características diferentes essas habilidades exigem esforço do aprendiz, que deve estar consciente do tipo de habilidade a empregar em cada momento, e, deslocar-se continuamente de uma posição de ação para a de reflexão; e ao contrário, numa retro-alimentação incessante, conforme o ciclo apresentado na Figura 2.

Um fato interessante com relação aos ex-alunos dos cursos de engenharia é a sua fácil migração para áreas de conhecimento abstrato como a informática, o que, comprova a posição de Kolb op. cit que citando uma série de estudiosos sustenta a posição de que na dimensão concreto/abstrato ocorrem principalmente o crescimento cognitivo e a aprendizagem. Sugerem, que uma maior abstração resulta numa série de habilidades, como: assumir um estado mental, mudar refletidamente de um aspecto da situação para outro, ter em mente vários aspectos ao mesmo tempo, planejar o futuro de maneira ideativa, pensar e agir simbolicamente, etc. A concretude, por outro lado, representa a ausência dessas habilidades, a imersão nas próprias experiências imediatas e a dominação por essas experiências. Sustenta, Kolb op. cit., que o processo de aprendizado pode começar em qualquer um dos quadrantes, isto é, tanto importa o fato do aluno ter tendências temperamentais abstratas ou concretas – ambos deverão percorrer todo o ciclo quadrifásico.

CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E PEDAGÓGICAS

Pensar no aprendizado para uma vida profissional é, necessariamente, pensar longitudinalmente, em longo prazo. E, no contexto de mudanças, parece muito claro que o aprendente de hoje terá como recurso válido para esse futuro, certamente incerto, a sua competência, sustentada pela sua capacidade de aprender, pensar e refletir no esforço constante de empreender em cada etapa a sua jornada de luta. JUPIASSU (1991), define, no sentido amplo do termo, que a epistemologia pode ser considerada como o estudo metódico e reflexivo do saber, de sua organização, de sua formação, do seu desenvolvimento, de seu funcionamento e de seus produtos intelectuais. Sobretudo, deveria-se pensar e re-pensar sobre

o alcance e os objetivos dos cursos ministrados. Na qualidade e na competência da formação que se propicia. Além do engenheiro, o homem – capaz de modificar, construir uma nova realidade, influenciar positivamente no mundo. Cita-se o grande mestre, Paulo Freire: “O homem é um ser-em-situação, e também um ser do trabalho, e de transformação do mundo. O homem é um ser de práxis, de ação e da reflexão”. Enfim, é esse ser-técnico-descontente, que busca por vocação e por natureza realizar-se como técnico e como homem. Nesse sentido, freqüentemente penalizam-se os alunos através de sistemas reducionistas, que ignoram essa constituição rica e complexa da natureza humana.

Na Figura 5 formula-se uma síntese antropológica na qual se vislumbram os três grandes campos constituintes da natureza humana: as inteligências, a sensibilidade e a vontade. A inteligência tem como partes constituintes: as simples representações das realidades na mente – cujos exemplos podem ser apontados como sendo a memória e a imaginação; a intuição que é a grande artífice da criatividade e, o nobre agir da inteligência que é a atividade da inteligência que se detém sobre as realidades para tirar-lhes a sua mais profunda compreensão. Um reducionismo cômodo é o apelo à memória, de escassa vida útil e pífia eficácia. O outro grande campo negligenciado é o da vontade, que é a fonte da escolha, da ação – fim comum de todo estudo em tecnologia – e do grande componente do sistema ensino-aprendizado: a famigerada atenção. É justamente no interregno entre o pensar (inteligência) e ação (vontade) que estrategicamente deve posicionar-se a educação tecnológica, através da fecunda interação dialógica propiciada pela reflexão, antes durante e após o agir humano.

Conforme a Figura 6 mostra, se obtém com isso o continuum do aprendizado, que exige do professor uma nova

postura relacional com o aluno – não vertical mas horizontal, não reprodutora mas produtora do conhecimento.

À academia compete desempenhar o papel de introduzir um novo estilo de pensamento. Como perceber e pensar o mundo, as pessoas e a comunidade, os problemas e que responder devem ser dadas e que frutos podem ser esperados de sua ação. O aprender a empreender, em termos de constituição de empresas, deve encontrar resposta nas escolas através de uma adaptação de seus currículos com o objetivo de propiciar aos alunos emergentes de seus quadros um mínimo de possibilidades de dar solução aos problemas da sociedade. À vontade de empreender normalmente associada a um impulso vocacional específico, deve ser acrescentado todo o conhecimento científico a fim de que a empresa nascitura, progrida e cumpra o seu papel na sociedade. Nesse sentido é importante buscar práticas pedagógicas que levem os alunos a não serem meros receptores e passem para uma posição pró-ativa, a terem de fato uma educação vinculante com a realidade, que não obrigue o aluno a dar permanentemente “cambalhotas no abstrato”, mas permita-lhe construir a dupla via teoria-realidade, e estarem seguros e orientados nos vieses do entroncamento vontade, inteligência e sensibilidade. Pode-se mesmo afirmar que mesmo um curso de empreendedorismo cursado com o espírito de “o que isso pode me dar”, terá pouquíssimos resultados, pelo fato de que empreender não é só saber fazer. Mas, corresponde a uma expectativa, a uma atitude perante a vida, seus problemas e o modo de resolvê-los. MADRUGA (1996) aponta, e pode-se ver claramente isso na Figura 7, que para despertar o ânimo dos alunos, uma atitude que está ao nosso alcance é colocá-los em contato com os mesmos conteúdos de maneira diferente, porém. Estes rejeitam os “pacotes”, e, ao contrário, adquirem novos e

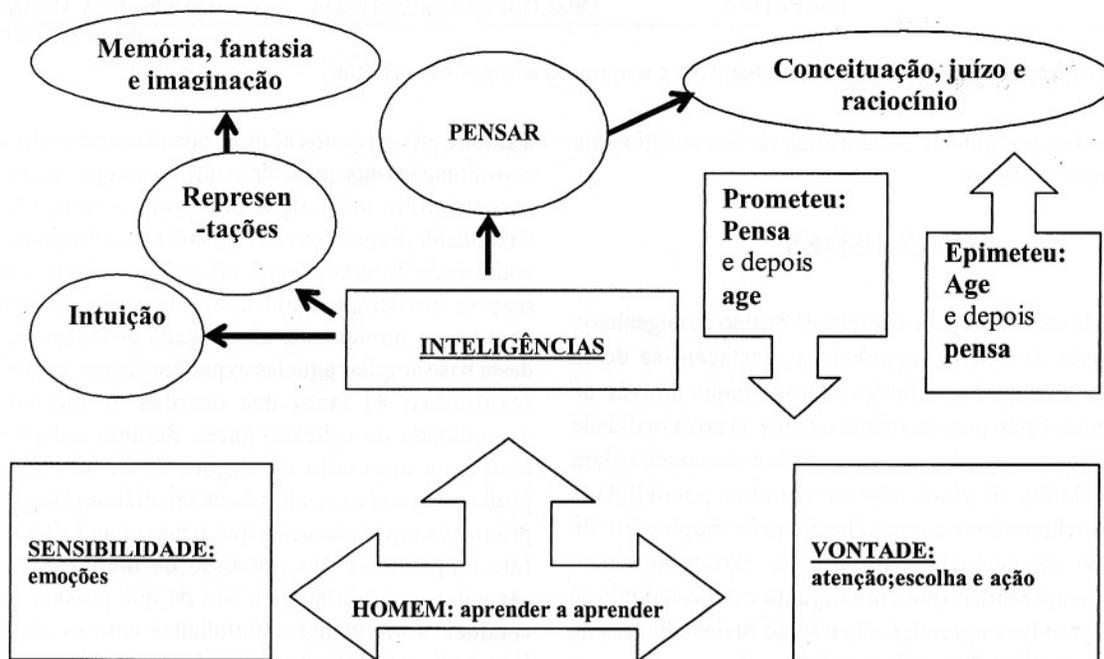


Figura 5. Modelo da síntese antropológica: inteligências, vontade e sensibilidade

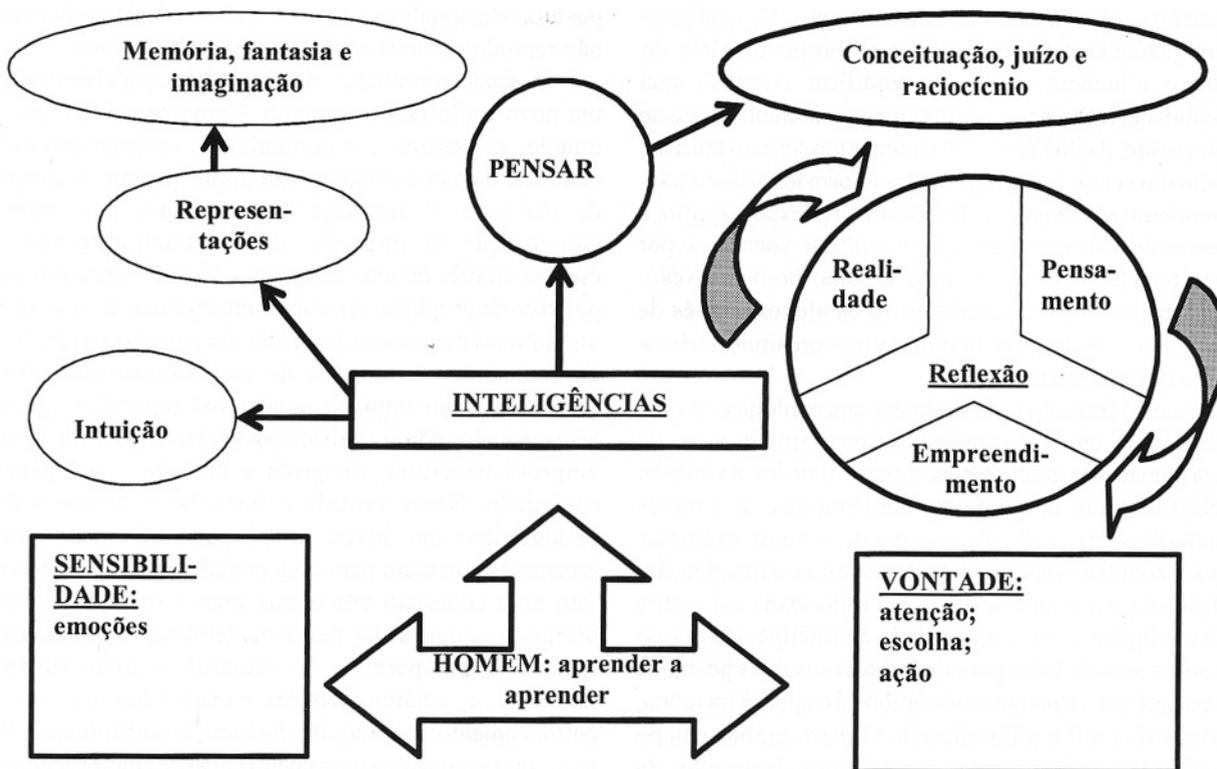


Figura 6. A ação transformadora da educação através do continuum do aprendizado

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	Explicações de relação entre conceitos Conferência e apresentação em livro texto	Instrução auto tutorial bem planejada Trabalho no laboratório escolar	Pesquisa Científica artes Produção de caráter intelectual rotineira
APRENDIZAGEM MEMORÍSTICA	Contas de multiplicar	Aplicação de fórmulas p/ resolver problemas	Soluções de acerto por ensaio e erro
	APRENDIZAGEM RECEPTIVA	APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA ORIENTADA	APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA AUTÔNOMA

Fonte: MADRUGA (1996)

Figura 7. Confronto entre o aprendizado receptivo e o aprendizado por descoberta.

vigorosos estímulos quando podem atuar de forma autônoma na construção do saber.

CONCLUSÕES

Buscando contribuir para a prática do ensino de engenharia e a formação de novos engenheiros, destacam-se deste trabalho as seguintes conclusões: 1) os alunos através de diversos meios estão perfeitamente cientes da nova realidade mundial; e por esse motivo devem perceber de maneira clara a realidade do fato da escola não ter a mínima possibilidade de transmitir-lhes certas competências; pelo simples fato de que não são competências. Daí, o valor extraordinário e aprender a empreender, que em conjunto com o módulo já abordado aprender a aprender, são e serão meios eficazes de alcançarem a realização profissional; 2) será necessária uma ação urgente no sentido de promover um ensino que priorize

a atitude pró-ativa dos alunos, que precocemente se deparem com situações nas quais terão que investigar, analisar, decidir, pensar enfim, em e de acordo com a realidade e o meio circundante; 3) promover e implementar ações junto aos alunos como os do Programa Especial de Treinamento, que pela suas reações têm demonstrado uma cooperação e perfeita sintonia com novos modelos de abordagens pedagógicas; e a partir desta base ampliar aquelas experiências que apresentem mais resultados; 4) fazer das escolas de engenharia uma comunidade de reflexão antes, durante e depois da ação, conforme apontado na Figura 2. E, na cooperação de professores e alunos, através de um diálogo aberto e racional, promover uma educação que pensa, que reflete e, pode de fato empreender um processo de melhoria contínua; 5) capacitar os professores a fim de que possam dedicar-se e conduzir a atividades estimulantes com os alunos; que os leve a empreender uma nova educação – conforme mostrado na Figura 7 e abandonar modelos que já não atendem mais às

expectativas, nem da sociedade nem dos alunos. Pode ajudar nesta reflexão final, o que se conta da tradição chinesa que na preparação dos mandarins submetia-os a um longo período de aprendizado, na caligrafia por exemplo. Conteúdo à parte, o que buscavam era dar aos futuros governantes o espírito de respeito às leis, a terem esquecimento próprio, e olharem o bem comum em primeiro lugar. Sem descuidar-se do conteúdo, mas sobretudo, aprimorando-o, deve-se criar uma escola que não apenas imite a vida, mas que se confunda com ela, que seja a própria vida. E que a vida aprenda na escola, ou melhor que comece a aprender nela; e no seu contínuo devir reflita antes, na e depois da ação. Que pense. E empreenda a cada jornada o seu novo ciclo de progresso e atinja assim a sua melhor performance: educar é preciso; diplomar não é preciso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTIGAS, Mariano. El Desafio de la Racionalidad. Pamplona: EUNSA, 1994.
- DEWEY, John. Como Pensamos. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1959.
- DIETERICH, Heinz. Novo Guia para a Pesquisa Científica. Blumenau: Ed. FURB, 1999.
- GAGNÉ, Robert M. Como se Realiza a Aprendizagem. Rio de Janeiro: LTD, 1974.
- GUAL, Carlos G. Mitos. Barcelona: Editorial Planeta, 1997.
- GUERRERO, Antonio J. Enseñar a Pensar. Madrid: Ed. Palabra, 1995.
- GUITTON, Jean. Nuevo Arte de Pensar. Madrid: Ed. Aubier, 2000.
- HOZ, Victor G. Pedagogía Visible, Educación Invisible. Madrid: Ed. Rialp, 1987.
- JAPIASSU, H. F. Introdução ao Pensamento Epistemológico. Rio: F. Alves Ed., 1991.
- KOLB, David. A Gestão e o Processo de Aprendizagem. In: STEARKEY, Ken. Como as Organizações Aprendem. São Paulo: Ed. Futura, 1997.
- LE BOTERF, G. Desenvolvendo a Competência dos Profissionais. Porto Alegre: Artmed, 2003
- MADRUGA, J.A.G. Aprendizagem pela Descoberta frente à Aprendizagem pela Recepção. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. Desenvolvimento Psicológico da Educação. Porto Alegre: Artmed, 1996
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. Criação do Conhecimento na Empresa. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- OLIVEIRA, A. Lisboa de. Nova Didática. Rio de Janeiro: Ed. Tempo Brasileiro, 1978.
- PERRENOUD, P.; PAQUAY, L.; ALTET, M.; CHARLIER, E. Formando Professores Profissionais. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- POPPER, Karl. R. Conocimiento Objetivo: un Enfoque Evolucionista. Madrid: Tecnos, 1974.
- QUEVEDO, J.R.S.; SCHEER, S. O trilema do ensino de engenharia e o aprender a aprender. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (30. : Rio de Janeiro : 2003). Anais.. Rio de Janeiro, 2003
- SANGUINETI, J.J. Lógica. Navarra: EUNSA, 1994.
- VERNEAUX, R. Introducción General y Lógica. Barcelona: Ed. Herder, 1974.

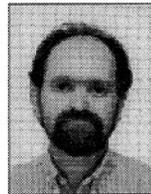
DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



José Remigio Soto Quevedo

Engenheiro Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ - 1983). Especialista em Engenharia de Produção Civil (USP - 1995) e em Educação a Distância (UFPR / NEAD - 2001). Mestrando no PPGCC/UFPR. Consultor das áreas de Gerenciamento e Gestão da Produção.

Áreas de interesse: educação de engenharia e educação a distância, gestão do conhecimento e filosofia.



Sergio Scheer

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR - 1980). Mestre em Estruturas pela UFRGS (1982). Doutor em Computação Gráfica pela PUC/RJ (1993). Professor do Departamento de Construção Civil da UFPR desde 1981. Participou da Comissão de Informática da UFPR (1989-2000) e foi Diretor do Centro de Computação Eletrônica (1994-1998). Coordenou o Ponto-de-Presença da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) no Paraná de 1994 a 2000. Atualmente (1983-1994 e a partir de 1998) é Diretor do Centro de Estudos de Engenharia Civil (CESEC) da UFPR e atua nos programas de pós-graduação: Métodos Numéricos em Engenharia (PPGMNE) e Construção Civil (PPGCC).

Áreas de interesse: educação de engenharia, educação a distância, tecnologias educacionais, ambientes colaborativos (em educação e projetos), computação gráfica e aplicações, tecnologia da informação e comunicação na construção civil.

ABORDAGEM SOCIOLÓGICA À EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: EM BUSCA DOS FUNDAMENTOS

João José Evangelista Rabelo¹

RESUMO

A formação do(a) engenheiro(a) dá-se numa determinada sociedade. Neste sentido, é um produto social. A investigação do que transcorre nas aulas das escolas de engenharia deve estar apoiada, por conseguinte, numa compreensão do contexto social que envolve a prática educacional. Este artigo procura, além de justificar estas afirmações, apresentar, por um lado, uma síntese do que a sociologia da educação já produziu e, por outro, seus atuais desafios.

Palavras-Chaves: Educação em Engenharia e Sociedade, Educação e Sociedade, Sociologia da Educação

ABSTRACT

The education of engineers takes place in a specific society. It is, thus, a social outcome. The research on what happens at classes of engineering schools should be supported by the knowledge of the social context encompassing the educational experience. This article, besides the justification of these assertions, looks for presenting either a summary of the production on sociology of education and its challenges nowadays.

Key-words: Engineering Education and Society, Education and Society, Sociology of Education

INTRODUÇÃO

“As escolas não existem meramente para refletir e servir de intermediárias da herança cultural de uma sociedade e das transformações em curso; elas também existem para ajudar na promoção da mudança e reforma social.” (MORRISH, p.79)

É por reconhecermos o poder da *palavra* que o título deste trabalho se refere a *educação* e não a *ensino*. Queremos enfatizar que é necessário e possível educar nas escolas de engenharia, além de ensinar ou instruir. Por *educação* entendemos, como Lorenzo Luzuriaga, “a influência intencional e sistemática sobre o ser juvenil, com o propósito de formá-lo e desenvolvê-lo”. Enquanto a *educação* procura ultrapassar a formação puramente profissional, o *ensino* normalmente se contenta com o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Neste artigo apresentamos à comunidade de educação em engenharia uma síntese dos fundamentos e principais correntes da sociologia da educação. Acreditamos ser necessária a vulgarização, em nosso meio, destes conceitos indispensáveis a uma pedagogia da educação em engenharia.

O texto está estruturado em cinco seções principais. A primeira delas, denominada *Educação e Sociedade*, procura esclarecer como se dá a relação entre o processo educacional e as forças sociais, o professor de engenharia sendo um dos

mediadores deste relação. Em *Fundamentos de Sociologia* são apresentados conceitos clássicos na compreensão dos fenômenos sociais, a educação sendo apenas um deles. A seção *Fundamentos Sociológicos da Educação* até a Metade do Século XX propõe-se a discutir as primeiras grandes concepções de sociedade, a partir das quais florescem as sociologias educacionais, as quais são expostas em *Sociologias da Educação na Segunda Metade do Século XX*. Chegamos, assim, a uma formulação do desafio atual para o estudo sociológico da educação em *Sociologias da Educação Hoje*.

EDUCAÇÃO E SOCIEDADE

Iniciamos esta seção comprovando o vínculo entre educação e sociedade a partir do ambiente de sala de aula. A partir daí, nos voltamos para as Ciências Sociais como área de estudo capaz de problematizar a educação como um fato social. Concluimos avaliando o papel do professor como mediador entre educação e sociedade.

A sociedade na sala de aula

Não é raro que o professor procure fazer da sala de aula um ambiente favorável à transformação de seus alunos, não

¹ Professor, Mestre. Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Federal do Ceará – UFC, Centro de Tecnologia – Bloco 714, Campus do Pici, CEP 60455-760 Fortaleza, CE. Tel. (85) 288 9632, Fax (85) 288 9636, email jje@dem.ufc.br

apenas capacitando-o tecnicamente mas também estimulando-o a comprometer-se com a melhoria das condições sociais de seu país. A educação é vista, assim, como fator de mudança social. Tal atitude, legítima e necessária, dá-se normalmente, contudo, com certo desconhecimento do contexto mais amplo que pesa sobre os personagens da sala de aula, tanto alunos quanto professores. Sem a compreensão do que é a sociedade e de sua influência sobre a educação, certamente a ação do educador não se desenvolverá com plenitude.

A relação entre educação e sociedade não é, contudo, simples. Se, por um lado, o sistema educacional de um povo é condicionado por suas instituições e economia, por outro lado atua sobre esta mesma realidade no sentido de acelerar o acesso a uma nova etapa de desenvolvimento, a qual, por sua vez, propiciará ulteriores aperfeiçoamentos desse mesmo sistema educacional.

Ciências sociais e educação

Cabe às ciências sociais, e em especial à sociologia, desvendar esta natureza social da educação, debruçando-se sobre questões como: seleção do conteúdo das disciplinas; acesso da população ao sistema educacional; sucesso escolar etc. Conhecer as relações da educação com a sociedade pode afastar o educador de posições reducionistas, em que ela é vista ora como um processo imutável, intrínseco à espécie humana, ora como um produto que está tão atrelado a poderosas forças sociais que não há muito o que se possa fazer para transformá-lo.

Em *O Dilema Educacional Brasileiro*, Florestan Fernandes, em 1960, faz considerações ainda bastante atuais sobre os problemas da educação brasileira: Segundo Fernandes, o Brasil não poderia prescindir de práticas racionais no tratamento de seus problemas educacionais. “É preciso recorrer a elas: tanto para resolver problemas educacionais que se revelam demasiado complexos para as técnicas tradicionais (...) quanto para conseguir condições mais favoráveis à utilização produtiva dos recursos disponíveis ou maior continuidade e eficiência na política educacional. Daí o interesse fundamental da mencionada possibilidade de associar educadores e cientistas sociais em projetos que contribuam, definidamente, para a descoberta de meios adequados, econômicos e rápidos, de intervenção racional na estrutura e no funcionamento do sistema educacional brasileiro. Ela (...) abre perspectivas encorajadoras por permitir articular a solução dos problemas educacionais ao conhecimento e ao controle efetivos dos fatores responsáveis pelo estado de pauperismo, de subdesenvolvimento e de desequilíbrio institucional da sociedade brasileira” (In: PEREIRA e FORACCHI, p.414-5).

Formação docente

Permeando a relação entre educação e sociedade encontram-se, dentre outros protagonistas e instituições, os docentes. Há quem diga tratar-se de “um dos grupos profissionais de mais acentuadas tendências conservadoras.

Este conservadorismo que pode, em parte, ser explicado pela própria natureza de sua tarefa específica – ‘transmitir às gerações mais jovens o acervo cultural das gerações mais velhas’ (...) – pode também, em parte, ter sua explicação no relativo descaso de nossos cursos de formação de professores em dar a seus alunos uma base filosófico-sociológica que lhes permita apreender o sentido profundo de sua missão cultural” (TOSCANO, p.15-6). Observação dirigida originalmente aos professores não universitários, deve ser ainda mais pertinente aos docentes em engenharia que sequer recebem uma preparação formal para a docência. Como resultado, tais profissionais embora saibam *como ensinar*, não se questionam sobre *para que, o que e para quem ensinam*, o que já explica muitas das deficiências na educação do(a) engenheiro(a).

Diante deste quadro, deve interessar ao docente em engenharia o acesso à produção sociológica de forma a ampliar e coordenar sua ação. Convém, de início, conhecer alguns dos conceitos da sociologia geral.

FUNDAMENTOS DE SOCIOLOGIA

Nesta seção temos o propósito de introduzir o docente à sociologia geral e à sociologia da educação. Iniciamos trazendo uma breve história da sociologia, seu escopo e alguns seus conceitos. Concluímos com uma breve apresentação do objeto da sociologia da educação.

Sociologia: breve história e seu objeto de estudo

O homem vive em sociedade e isto implica em regras, fenômenos, enfim construções sociais. Há, portanto, uma realidade que resulta da interação dos homens entre si e destes com sua produção, seja simbólica ou material. Podemos definir este campo de investigação como “o estudo científico da formação, da organização e da transformação da sociedade humana” (Costa Pinto *apud* TOSCANO, p. 15).

Como ciência, a sociologia não pode, contudo, ser submetida, por exemplo, às mesmas exigências feitas às ciências exatas. Enquanto nestas os fenômenos possuem uma certa ordem, os fatos sociais gozam de certa indeterminação, como resultado da complexidade dos fenômenos associados à *liberdade* humana. Nela, tudo se passa como se, postas determinadas causas, seguissem as *tendências* a determinados efeitos. Esta área do conhecimento foi inicialmente sistematizada por Auguste Comte (1798-1857), no cenário das grandes transformações sociais ocorridas no século XVIII. Com ela, buscava reorganizar a sociedade a partir da descoberta das leis que regeriam os fenômenos sociais.

Já nos primórdios da ciência sociológica a educação começava a vincular-se a fenômenos sociais. Como bem lembra MORRISH (p.27), “Dewey (1859-1952), foi um dos primeiros a reconhecer a importância da relação fundamental entre a escola e a sociedade. (...) Entretanto, achava que as instituições da escola e da igreja pouco ou nada tinham feito para incutir na criança a consciência da nova sociedade que crescia em

volta dela e da qual era um membro essencial. (...) Para ele, a escola era uma microsociedade que refletia a sociedade mais ampla e também procurava aperfeiçoar essa mesma sociedade." Mas é somente com o sociólogo francês Emile Durkheim (1858-1917), contemporâneo do americano John Dewey, que a interação entre educação e vida social passa a ser sistematizada.

No Brasil, as idéias sociológicas são inicialmente importadas da Europa. A partir do final da década de 1920, esta disciplina é introduzida em currículos de nível médio e superior. A pesquisa sociológica brasileira, inicialmente modesta e orientada por missões de professores estrangeiros, não despertou, paradoxalmente, um interesse significativo pela educação. Delineia-se, a partir de então, uma clara "separação entre os educadores e os cientistas sociais, os primeiros se ocupando obviamente com o seu campo, e os últimos pouco incursionando na educação. (...) Temática espinhosa, tende a ser deixada aos educadores, nos departamentos e faculdades de Educação" (GOMES, p.2-14).

Conceitos sociológicos básicos

Serão apresentados os conceitos de cultura, socialização, instituições, controle social, estratificação e mudança social, os quais julgamos essenciais à compreensão dos vínculos entre sociedade e educação.

Cultura como produção humana

Os agrupamentos humanos se diferenciam dos de outros seres vivos por possuírem uma herança que se modifica no espaço e no tempo. Trata-se da cultura, que, como produto da vida em grupo, "abrange tudo o que o homem criou, tanto no campo das idéias como em termos de objetos e tecnologia, é um processo cumulativo, transmissível e sem solução de continuidade" (TELES, p.29).

Podemos perceber que este conceito é fortemente circular, no sentido de que "a cultura só pode ser entendida dentro de um raciocínio dialético, que nos leva a ver o homem libertando-se da natureza pelo domínio progressivo da técnica e, simultaneamente, esta técnica influenciando sobre o homem, afetando não só a sua mente, mas também o seu corpo" (TOSCANO, p.47).

Socialização: aprendizagem da cultura

Como cada agrupamento social possui uma cultura, cada novo membro "deverá, em poucos anos, internalizar tudo o que o homem levou séculos para construir. (...) A personalidade do indivíduo emerge do seu contexto social específico; a sociedade e sua cultura não são, pois, apenas algo que existe fora de nós" (TELES, p.32). A socialização consiste, justamente, neste processo de formação do ser social, sendo a educação escolar um de seus importantes instrumentos.

As instituições: tijolos da construção social

Um elemento particularmente importante numa cultura são as instituições, que podem ser assim conceituadas: "todo costume que se estrutura tomando uma forma definida com

regras, atos prescritos, aparelhamento e pessoal necessário para sua realização" (TELES, p.31).

Por se constituírem em construções históricas e sociais, as instituições normalmente opõem forte resistência às mudanças sociais. É o que ocorre, por exemplo, com o sistema educacional. De certa forma, parte desta recusa à mudança é uma condição necessária à preservação de certa ordem na sociedade. Aparece, assim, um outro elemento da vida social: a necessidade de manter um certo *controle* sobre os indivíduos ou grupos deles.

Controle social: força uniformizadora

Já dizia Aristóteles que os seres humanos não são inclinados para a cooperação. Unidos inicialmente pela necessidade de sobrevivência, os homens descobrem outras vantagens da vida em sociedade, o que somente se torna possível graças a regras que precisam ser respeitadas, o que impõe limites a cada indivíduo. O processo de socialização, portanto, é feito "pela pressão dos agentes socializadores sobre os novos membros. Para conseguirem a conformidade dos indivíduos aos valores e padrões da cultura, estes agentes usam do que chamamos de *controle social*" (TELES, p.35-6).

Um elemento fundamental no processo de socialização é a *ideologia*: ela consiste numa visão de mundo dos grupos dominantes e que, de forma simplificada, diz o que é o "certo" e o "errado". "Isto significa que alguns grupos determinam as 'regras do jogo', fazendo as pessoas acreditarem naquilo que eles querem e que lhes é conveniente" (TELES, p.41). O controle social age, portanto, no sentido de desenvolver nas pessoas atitudes ou tendências para perceber o mundo e agir diante dele de acordo com as ideologias dominantes.

Estratificação social

Fenômeno característico das sociedades capitalistas, a *estratificação social* guarda íntima relação com a natureza da educação, consistindo na separação dos membros de uma sociedade em grupos, as *classes sociais*. As diferenças nas condições materiais, nos papéis sociais, no acesso à cultura e, portanto, no poder dos diferentes estratos são mantidas, em parte, através de um sistema educacional discriminatório.

A despeito deste quadro de desigualdades não podemos esquecer que as sociedades são histórica e socialmente construídas, o que torna possível sua mudança, remetendo-nos ao conceito de *mudança social*.

Mudança social

A educação também pode ser, em certa medida, fator de transformação da sociedade ou, conforme Henry Giroux, de "resistência". Se por um lado o poder da educação não é tão forte quanto muitos têm defendido, por outro a educação não está tão determinada pelas grandes estruturas sociais quanto outros, principalmente os marxistas ortodoxos, têm propalado. Mas enfim, quais as contribuições a educação pode fornecer tendo em vista a mudança social? O papel da educação fica mais claro ao destacarmos que, embora as forças sociais

controle os indivíduos, estes é que dão forma à sociedade. Parece pouco provável que ocorram mudanças sociais sem a participação dos indivíduos, donde a necessidade da educação como fator de solidariedade e de desenvolvimento da capacidade de reflexão crítica.

Transformar estas idéias em prática cotidiana é, sabemos, algo quase utópico: “infelizmente, na cabeça das pessoas existe um filtro ideológico que permite que elas enxerguem apenas o que querem e o que lhes convém. (...) Compreender, enfrentar e solucionar toda essa problemática é, portanto, o desafio maior não só para a sociologia, mas para a filosofia, a psicologia social, a economia, a política, a religião, a ecologia [e também para a educação]” (TELES, p. 72-3).

Nisto reside o propósito maior deste trabalho: servir, ao docente em engenharia, de instrumento para a compreensão do caráter sociológico de seu trabalho. Só assim poderá ele contribuir de forma mais significativa para a tão necessária mudança social em nosso país.

Sociologia da educação: ciência da relação entre educação e sociedade

Até aqui ocupamo-nos de mostrar a relação entre educação e sociedade, além de apresentar conceitos sociológicos indispensáveis a sua compreensão. Concluiremos esta seção de fundamentos apresentando a sociologia da educação e o papel social do professor.

O que quer uma sociologia da educação

A *sociologia da educação* surge a partir do interesse pela compreensão da sociedade, portanto como conteúdo da sociologia, podendo ser assim definida: “disciplina acadêmica que se preocupa em reconstruir sistematicamente as relações que existem na prática cotidiana, entre as ações que objetivamente educam e as estruturas da vida social, quer dizer: a economia, a cultura, o arcabouço jurídico, as concepções de mundo, os conflitos políticos” (FERNANDES, p.10).

Olhar a educação do ponto de vista da sociologia é compreender que as crenças, os valores e as normas sociais são os fundamentos da pedagogia. E a sociologia da educação nos convida a descobrir e compreender os modos de educar da sociedade industrial capitalista.

Sociologia da educação e participação política

Sendo a sociedade o resultado de uma construção que, além de histórica, é essencialmente coletiva, não há como se pensar em sua mudança senão através da ação intencional de seus membros. Isto nos remete à noção de *política*, em seu significado de participação nas decisões da vida pública.

Quando pensamos em levar ao professor de engenharia a importância da participação política temos a intenção de mostrar que isto pode se dar através de formas sutis e normalmente negligenciadas, como: atitude do docente diante dos colegiados acadêmicos; a qualidade de seu ensino; o respeito aos alunos e disponibilidade para recebê-los e orientá-

los para a vida; capacitação para formar o profissional não somente para o trabalho como também para o bem-estar pessoal e social; envolvimento com atividades que, apesar de pouco valorizadas, têm grande implicação social, como programas de monitoria ou de extensão, mesmo que não remunerados; participação na coordenação do curso de graduação bem como na chefia de departamento, atividades que impõem grandes desgastes e sacrifícios pessoais e profissionais. Como se vê, é bem maior do que poderíamos imaginar o campo de exercício político do docente. E quanto maior for sua compreensão de sua realidade social, maior será sua capacidade de, efetivamente, influenciar o seu destino, principalmente a partir da transformação de vidas.

É nesta perspectiva que passamos à segunda seção deste artigo, cujo objetivo é apresentar a visão de sociedade elaborada pelos sociólogos até meados do século passado.

FUNDAMENTOS SOCIOLÓGICOS DA EDUCAÇÃO ATÉ A METADE DO SÉCULO XX

As primeiras destas grandes teorias sociológicas surgem a partir do final do século XIX. É a partir delas que são estabelecidos os fundamentos que permitirão o nascimento, na segunda metade do século XX, de uma sociologia das questões educacionais. Nesta seção procuramos resgatar as visões de sociedade de Marx, Durkheim, Weber, Mannheim e Gramsci.

Diferenças entre as grandes teorias

Diferentemente das ciências da natureza, como é o caso da engenharia, as ciências humanas, em especial a sociologia, não apresentam uma explicação única para seu objeto de estudo. Isto se deve tanto à maior complexidade dos fenômenos sociais quanto à liberdade do homem, que pode dar significados diversos a um mesmo fato social. Assim, “dependendo da posição que assumem na análise da sociedade, os pensadores da sociologia diferem quanto ao papel que atribuem à educação, à cultura e à própria sociedade, possibilitando análises distintas da escola” (KRUPPA, pág. 53). As teorias que se seguem refletem esta multiplicidade de percepções da realidade social.

A educação na sociologia de Marx

O objeto de suas reflexões era a sociedade capitalista, na qual diagnosticou um processo histórico em curso que levava a burguesia à dominação econômica e política sobre o proletariado. Em seu pensamento, Marx (1818-1883) combinou a abordagem analítica (que buscava compreender a realidade) com a normativa (interessava-lhe especular sobre como ela deveria ser).

Com Engels, defendeu que “a história humana é a história da relação dos homens com a natureza e dos homens entre si [tendo] como intermediário (...) o trabalho humano” (RODRIGUES, p. 37). E mostrou, a partir desta concepção,

que “as grandes transformações pelas quais passou a história da humanidade foram as transformações de um modo de produção em outro. (...) Da posição dos homens com relação às formas de propriedade vigentes num modo de produção, é que surgem as classes sociais. A transformação de uma forma a outra, de um modo de produção a outro, se dá pelos conflitos abertos por causa da luta entre a classe dominada e a classe dominante em cada época. (...) É por isso que (...) afirma que aquilo que move a história é a luta entre as classes” (RODRIGUES, p.40).

Um outro elemento de sua teoria envolve a compreensão da formação da consciência do cidadão. Percebendo que o trabalho e a reflexão do homem são faces da mesma moeda, Marx “se propõe também a explicar de que modo o mundo das idéias (...) e das opiniões se relacionam com este mundo material, da produção, do trabalho” (RODRIGUES, p. 41). Marx alerta que “a consciência que os homens têm dessas relações não condiz com as relações materiais reais que de fato vivem. As idéias, as concepções sobre como funciona o mundo são representações que outros homens fazem a respeito de suas vidas, do modo como as relações *aparecem* na sua experiência cotidiana. (...) A isso, Marx dá o nome de *alienação*. (...) Os homens adquirem uma consciência falsa do mundo em que vivem, vêem o trabalho alienado e a dominação de uma classe social sobre outra como fatos naturais. (...) A isso Marx dá o nome de *ideologia*. (...) Por isso, Marx afirma que a ideologia dominante numa dada época histórica é a ideologia da classe dominante nessa época” (RODRIGUES, 41-6).

Ao analisar a situação educacional dos filhos dos operários nos primórdios do capitalismo industrial, Marx e Engels perceberam que a educação agia como um importante forma de reprodução social, no sentido de que contribuía para a manutenção das diferenças sociais: as crianças de uma classe social recebiam uma educação para mantê-las na mesma classe. Como Marx não se limitou a compreender a realidade social, chegou a propor um modelo de educação em que “todas as crianças deveriam combinar, em sua formação como pessoa, a educação formal escolar e o trabalho manual nas fábricas” (RODRIGUES, p.50). Com isso seria possível preservar as conquistas materiais do capitalismo, romper com a separação entre os trabalhos manual e intelectual e eliminar a parcialização das tarefas associada à divisão do trabalho, culminando na extirpação da alienação e da ideologia.

Durkheim e o nascimento do estudo sociológico da educação

Assim descreve Paul Fauconnet a essência da sociologia de seu mestre, que pode ser considerado o pai da sociologia da educação: “é pelo aspecto em que a educação se apresenta como fenômeno social que ele a aborda. (...) [Segundo Durkheim,] cada sociedade constrói, para seu uso, certo tipo ideal do homem. E este ideal é o eixo educativo. (...) Todavia, essa verdade tão evidente tem estado quase desprezada (...). Filósofos e educadores têm acordado em ver na educação um fenômeno eminentemente individual. (...)”

A educação é um processo social; isto é, esse processo põe em contato a criança com uma sociedade determinada e

não com a sociedade in genere. Se esta afirmação é legítima, a verdade que ela encerra preside não somente à reflexão especulativa sobre a educação, mas comanda a própria ação prática de educar” (In: DURKHEIM, 1978, p.9-12).

Em A Evolução Pedagógica, Durkheim vincula, de forma pioneira, a partir do estudo da educação na França, as relações entre mudança social e mudança educacional.

Da sociologia durkheimiana, pelo menos dois conceitos terão grande repercussão educacional: primeiro, o de que a consciência coletiva, que resulta da cooperação entre os indivíduos, tem vida própria, implicando numa visão conservadora de sociedade e, por conseguinte, de educação; segundo, “essa vida coletiva é obra não apenas dos indivíduos que cooperam entre si num dado momento da vida da sociedade, mas também das gerações passadas, que ajudaram a criar as crenças, os valores e as regras que ainda hoje estão presentes e que nos obrigam de certo modo a nos comportarmos de acordo com a ‘vontade’ da sociedade” (RODRIGUES, p.26).

Em Durkheim, os conteúdos educacionais são definidos a partir da vida moral construída pelas gerações passadas e presentes no grupo social em que vivemos. Este meio moral é produzido através de “um processo de interação que chamou de divisão do trabalho social: conforme o tipo de divisão (...) temos um tipo diferente de cooperação entre os indivíduos e (...), por sua vez, uma vida moral diferente” (RODRIGUES, p.26). A educação assume, nesta perspectiva, o significado de educação moral, sendo o grande instrumento responsável pela preservação da coesão social.

Em sua concepção de educação como socialização, Durkheim não faz referência a qualquer autonomia da pessoa: “cada sociedade (...) possui um sistema de educação que se impõe ao indivíduo de modo geralmente irresistível. É um ilusão acreditar que podemos educar nossos filhos como queremos” (DURKHEIM, Educação e sociologia, p.36-7). E quando ele defende a preservação de um consenso entre os membros de uma sociedade, não é num processo espontâneo em que ele acredita, mas sim na manutenção deste acordo social através do poder do Estado.

Weber: sociologia e educação

Em Weber (1864-1920) encontramos uma outra percepção da sociedade. Sua sociologia “tem como premissa a idéia de que a sociedade não é apenas uma ‘coisa’ exterior e coercitiva que determina o comportamento dos indivíduos, mas sim o resultado de uma enorme teia de interações interindividuais” (RODRIGUES (p.59). E dada a complexidade da vida social, apenas um fragmento de cada vez pode ser objeto de conhecimento.

Segundo Weber, às ciências sociais cabe compreender a interação entre homens e valores numa cultura, ao que ele chama de ação social – e que ocorre “quando um indivíduo leva os outros em consideração no momento de tomar uma atitude, de praticar uma ação” (RODRIGUES, p.62).

Para Weber, os indivíduos agem a partir de certas intenções. Seu método é individualista por considerar que “o

indivíduo constitui o único portador de um comportamento provido de sentido, de intencionalidade". Daí defender que "a tarefa da sociologia é interpretar este agir de modo que ele se torne um agir compreensível, e isto significa, sem exceção, um agir de homens que se relacionam com os outros" (RODRIGUES, p.67).

Weber constata, ainda, que as sociedades ocidentais têm passado por uma crescente organização "com relação aos fins" (ou racional), cujo consenso é obtido mediante regras e coação. "É este o sentido histórico do processo que Weber chama de racionalização. A história humana, segundo ele, é um processo de crescente racionalização da vida" (RODRIGUES, p. 73-4). Daí, quanto mais complexa uma sociedade, maior o número de regras sociais a serem respeitadas e mais conflituosa tende a ser a relação entre seus membros, dada a maior diversidade de interesses.

Esta concepção racional de homem altera radicalmente os modos de educar. A educação aparece, em Weber, como o modo pelo qual os homens são preparados para operar as funções no "grande equipamento" que a racionalização da vida em sociedade produziu. A educação formal, "passou a ser um 'pacote' de conteúdos e de disposições voltados para o treinamento de indivíduos que tivessem de fato condições de operar essas novas funções, de 'pilotar' o Estado, as empresas e a própria política, de um modo racional" (RODRIGUES, p.76).

A educação passa a ser, com a racionalização da sociedade, um meio de distinção, de obtenção de honras, de poder e de dinheiro. Surge, nesta nova organização social, a estratificação social ou classes sociais. A este novo tipo de educação Weber chama *pedagogia do treinamento*, que consiste, cada vez mais, num preparo especializado com o objetivo de tornar o indivíduo um perito.

Numa perspectiva pessimista, Weber acreditava que a crescente racionalização da vida era inexorável e que o capitalismo reduzia tudo, mesmo a educação, a uma busca pelo poder (sob a forma de dinheiro e *status*).

A sociologia educacional de Mannheim

Mannheim (1893-1947) defendeu um planejamento social para a vida democrática, no qual a educação desempenharia papel de destaque na construção de uma melhor sociedade, ao que denomina de Terceiro Caminho – como alternativa aos extremos do *laissez-faire* e do autoritarismo. Uma abordagem sociológica da educação permitiria identificar objetivos e definir conteúdos e métodos educacionais. O seu Terceiro Caminho não era previsto em termos utópicos, mas partia das condições atuais da sociedade para, através de um planejamento racionalmente dirigido, preservar a liberdade e o modo democrático de vida.

Para Mannheim, "a principal contribuição do enfoque sociológico da história e da teoria da educação é chamar a atenção para o fato de que nem as metas nem as técnicas educacionais podem ser concebidas sem um contexto, mas que, pelo contrário, são, em grandíssima parte, socialmente dirigidas. Quem ensina quem, para que sociedade, quando e

como, eis aí as perguntas sociológicas". Continuando, o autor afirma: "estamos à procura de alguma coisa que nunca deveríamos perder de vista na investigação. Queremos compreender nosso tempo, as dificuldades desta era e como a educação sadia pode contribuir para a regeneração da sociedade e do homem" (MANNHEIM e STEWART, p.183-4).

Depreende-se de suas idéias um forte conteúdo de normalização, ou seja, uma grande crença num modelo ideal de sociedade a ser perseguido. Comparativamente à visão de Marx, contudo, a de Mannheim pode ser considerada menos determinista, conferindo aos cidadãos maior poder de decisão.

Educação e sociedade em Gramsci

As idéias de Gramsci (1891-1947) se destacam por "atualizarem o pensamento de inspiração marxista, de modo a adequá-lo às características das sociedades européias de capitalismo avançado da primeira metade do século XX" (GOMES, p.88). Diferentemente dos "marxistas estruturalistas", em Gramsci vemos uma via de mão dupla entre a infra-estrutura (o conjunto das relações e meios de produção) e a super-estrutura (ordenamento jurídico e político, bem como as ideologias políticas, filosóficas, etc), o que faz dele um "marxista humanista".

Gramsci defendeu que, dada a complexidade da vida social no capitalismo do século XX, as classes política e economicamente desfavorecidas não poderiam depender apenas de lutas contra o Estado para atingir melhores condições de vida. Ele propôs que, a partir de então, a luta pelo poder deveria ser travada na sociedade e através de pequenas conquistas cotidianas. "Quem quiser disputar o poder nessa sociedade ocidental, moderna, complexa, tem que, no dizer de Gramsci, ganhar a *batalha das idéias*" (RODRIGUES, p.89). É preciso obter um consenso social em torno de suas concepções. E a este processo lento e complexo Gramsci chama de disputa pela *hegemonia*. Aqui emerge sua preocupação com a educação, já que é nas escolas que são formados os intelectuais ou organizadores da cultura.

Para ele, a escola burguesa era não somente discriminatória, por não atender à demanda das classes operárias, como também servia à veiculação da ideologia burguesa. Seria necessário, segundo este autor, uma escola operária independente para a formação de seus próprios intelectuais. Uma vez estabelecida uma contra-hegemonia, poder-se-ia pensar numa escola única para todos e estatal. Esta nova educação conduziria à abolição da divisão social do trabalho e à maior mobilidade ocupacional do trabalhador. Para esta escola, defendia uma pedagogia *social* (na medida em que deveria ser orientada para a vida em sociedade, incluindo portanto uma certa coação e disciplina) e *responsável* (que promovesse uma aprendizagem voluntária, não imposta de fora e pela força, capaz de promover um consenso verdadeiramente democrático). Vemos aqui, mais uma vez, um forte idealismo.

Defensor do disciplinamento dos alunos, Gramsci justifica, contudo, que a disciplina não anula a personalidade e a

liberdade. Além disso, o essencial não é a defesa pura e simples da disciplina, mas a origem do poder que impõe esta disciplina.

Feita esta breve apresentação de grandes teorias sociais e suas implicações educacionais, passamos às sociologias propriamente educacionais que surgiram no século passado.

SOCIOLOGIAS DA EDUCAÇÃO

As teorias sociológicas a que agora nos dirigimos têm propósitos claramente educacionais e surgem na segunda metade do século XX.

Evolução dos estudos sociológicos da educação no século XX

O século XX testemunha o nascimento e maturação da sociologia da educação, que atravessa duas fases claramente distintas. A primeira, que vai até o final dos anos 1960, “caracterizada por conceber a educação como fator de democratização, de distribuição de renda e até, segundo tradição antiga, de melhoramento da natureza humana” (GOMES, p.19), constitui a fase do *otimismo pedagógico*, sucedida, a partir dos anos 1970, pelo *pessimismo pedagógico*. A cada uma destas fases corresponde, respectivamente, uma concepção ou paradigma de sociedade: os paradigmas do *consenso* e do *conflito*, que diferem por desprezar, ou não, as lutas ou conflitos no interior da sociedade. Consideramos, agora, cada uma destas concepções.

Paradigma do consenso

“Representado sobretudo pelo *funcionalismo*, em Sociologia, e pela *teoria do capital humano*, em Economia, o paradigma do consenso vê, basicamente, a sociedade como um conjunto de pessoas e grupos unidos por valores comuns, que geram um consenso espontâneo” (GOMES, p.21).

As primeiras abordagens sociológicas à educação, talvez em parte devido a uma tradição já antiga em filosofia da educação, foram predominantemente *normativas*, ou seja, preferiram o *como deve ser* ao *o que é*. De certa forma, acreditava-se que, a partir do entendimento sociológico de como deveria ser uma sociedade, seus membros e instituições naturalmente se mobilizariam para atingir a situação de progresso social ideal. É como se a sociedade fosse um organismo que possui um nível ideal de funcionamento, tendendo naturalmente a atingi-lo, reorganizando-se em função das condições externas. Neste enfoque sociológico o conflito dentro do sistema é percebido como problemático, indicando a necessidade de eliminá-lo com vistas a atingir uma nova situação de harmonia.

Paradigma do conflito

Este enfoque sociológico da educação, representado pelo neomarxismo e diversas outras correntes, ao assumir uma postura questionadora ou crítica, percebe a sociedade “como um conjunto de grupos em contínuo conflito, onde uns

estabelecem dominação sobre os outros. Em vez do consenso espontâneo, passou-se a encarar a educação como um processo de instauração de um consenso imposto. Segundo as novas concepções de então, ela é um instrumento dissimulado de dominação e reprodução da estrutura de classes” (GOMES, p. 21).

Isto só ocorre, contudo, a partir dos anos 1960. Até então, o funcionalismo dominou as formas de se pensar a sociedade, afinal o início do século XX constituiu-se num período particularmente favorável a uma visão conservadora de mundo: momento de consolidação do capitalismo industrial, intercalado pelos grandes conflitos mundiais, favorecia a crença numa melhoria das condições gerais de vida para todos. A partir dos anos 1960, contudo, as promessas alimentadas pelas ideologias vigentes, ao se mostrarem ilusórias, favoreceram a contestação dos padrões estabelecidos. Passam a ser desenvolvidos, assim, estudos que têm em comum a busca de compreensão da sociedade a partir do conflito entre seus grupos.

A despeito das limitações iniciais, o paradigma do conflito deu uma contribuição fundamental ao estudo da educação: ele surge com o papel de dar, aos estudos sociológicos em educação, uma compreensão mais realista.

Proseguimos com a apresentação de algumas das mais importantes orientações dentro dos paradigmas do consenso e do conflito.

As sociologias educacionais tradicionais ou liberais

O enfoque do consenso guarda uma forte relação com as idéias capitalistas ou liberais, o que nem sempre aparece de forma explícita. O funcionalismo e a sociologia reformista são algumas das correntes sociológicas que contribuíram para uma visão conservadora da educação.

O funcionalismo

Nas ciências humanas, a partir dos trabalhos de Darwin (1809-1882), “o paradigma mais marcante passará a vir do mundo da biologia. Há um darwinismo social difuso pelo qual se concebe a sociedade como um conjunto organizado, cujas funções facilitam a conservação e os objetivos de todos os figurantes que a integram” (SANCHÉZ, p.5). Instala-se, assim, uma compreensão de sociedade como um organismo, portanto com órgãos que devem desempenhar funções bem definidas. Nasce, então, o funcionalismo, que se alicerça em conceitos que a biologia mostrou serem característicos dos seres vivos: integração, coesão e equilíbrio. “O ponto de partida do funcionalismo tem sido a noção de função. A idéia é que existem funções sociais concretas da educação. (...) Em uma perspectiva funcionalista, as funções (...) favorecem a adaptação ou ajuste de um sistema. Por outro lado, as disfunções são conseqüências que minorizam a adaptação ou ajuste” (TORRES p.13). E as funções da educação são essencialmente quatro: a acadêmica (socialização, transmissão da cultura e desenvolvimento cognitivo), a distributiva (seleção social), a econômica (preparação para o trabalho) e a

política (desenvolvimento da sociabilidade, difusão do liberalismo, produção de uma elite).

Quanto aos temas da pesquisa, os funcionalistas associam a educação a escola, a aula, a classe escolar, buscando compreender como as funções educacionais são desenvolvidas através das relações entre professores e alunos. Destacam-se as pesquisas envolvendo: observação do desempenho acadêmico dos alunos; QI, hereditariedade e desempenho acadêmico; educação, mobilidade e desigualdade social (igualdade de acesso à escola e igualdade de sucesso acadêmico).

Para o funcionalismo “a educação é a que permitirá a diferenciação desses sujeitos por funções ou papéis que vão sendo adquiridos e a escola, como espaço de concorrência entre esses sujeitos, vai sancionar as diferenças sociais” (TORRES, p.19). Considera-se que os alunos encontram-se em igualdade de condições ao ingressarem na escola. Não há problemas sociais que não possam ser resolvidos por instituições e pessoas adequadamente capacitados para exercer funções sociais. A sociedade, como uma máquina, só depende do “bom estado” de seus componentes para operar bem.

Talcott Parsons (1902-1980), o maior teórico do funcionalismo, em um de seus estudos, divide as crianças em quatro categorias segundo a origem social e a habilidade intelectual. A partir daí propõe como educar cada uma delas, mostrando claramente o desinteresse pelo *por quê* destas diferenças. Assim é o funcionalismo: as diferenças sociais, não sendo problematizadas, são tomadas como *naturais*, restando apenas fazer um ótimo uso delas. Transparecendo um certo voluntarismo, este autor postula que “os esforços dos homens sempre estariam por cima de qualquer condicionamento social. (...) Os fenômenos, coisas e sucessos, embora não percam seu caráter externo são vistos como objetos de controle pelo ator na perseguição de seu fim. Sem dúvida nos encontramos em plena atmosfera do pragmatismo norte-americano” (SANCHÉZ, p.30).

O fato de grande parte dos estudos em sociologia da educação terem no funcionalismo a base teórica não deve nos surpreender, afinal esta corrente sociológica enfatiza a integração social e a educação é um dos subsistemas integradores, responsável pela socialização.

A sociologia reformista

Com a crise do capitalismo, que culminou com a Grande Depressão de 1929, surge um novo enfoque sociológico que se propõe corrigir certos problemas sociais a partir de uma visão de escola como agente de mobilidade social. Não é abandonado, contudo, “o velho paradigma funcionalista de sociedade como um conjunto de figurantes que, embora desigualmente equipados contribuem todos para seu feliz resultado” (SANCHÉZ, p.6).

Quatro são os principais problemas enfocados por esta corrente, cada um deles com grandes implicações educacionais:

- nascimento do Estado de Bem-Estar Social (Welfare State);
- uma legislação que favoreça a igualdade de oportunidades;
- a teoria da mobilidade social;
- a teoria do capital humano.

Mas nem todos vêem a sociedade como um grupo de indivíduos em colaboração. E assim passamos às sociologias do conflito.

Sociologias educacionais críticas ou radicais

Elas surgem nos anos 1960, após o desenvolvimento econômico posterior à Segunda Guerra Mundial. Nos EUA, temos àquela época a guerra contra o Vietnã e os protestos dos direitos civis dos negros e de outras minorias. Este panorama favorece o questionamento do funcionalismo, triunfante desde a década de 1930: uma pesquisa em 1964 indicou que 70% dos 3500 sociólogos entrevistados admitiam uma visão conflituosa de sociedade.

Segue uma breve apresentação de algumas das principais correntes críticas da sociologia da educação: reprodutivistas; Análise Institucional; Nova Sociologia da Educação.

Sociologias reprodutivistas

Estas sociologias defendem, a partir de várias vertentes teóricas, que a educação capitalista reproduz, através de suas práticas e conteúdos, esta mesma sociedade, sendo, portanto ilusória a sua capacidade de eliminar as diferenças sociais. Algumas de suas principais perspectivas de pesquisa são as análises: de Bowles & Gintis; de Apple e de Bernstein; de Boudelot & Establet; Bourdieu & Passeron; neweberianas.

Análise de Bowles & Gintis

Estes autores, economistas preocupados com as relações entre economia e educação, defendem que as relações educativas refletem de forma clara as relações sociais de produção, estabelecendo um isomorfismo entre o mercado de trabalho e a educação. Não é o conteúdo da educação que promove a reprodução das desigualdades sociais, mas o aprendizado de certas condutas de interesse ao modo de produção industrial. Como no mundo capitalista há uma forte hierarquia e alienação, a educação nesta sociedade precisa produzir pessoas passivas. E como o trabalho é estratificado, “a escola realiza a socialização por meio de padrões diferenciados, de acordo com as origens sociais dos estudantes e os lugares que estes vão ocupar no sistema de produção. Ademais, as escolas convencem os alunos de que a seleção no mundo do trabalho é baseada no mérito. Critérios falsamente objetivos, como o QI e as notas, disfarçam o fato de que o sucesso está fortemente relacionado à classe social” (GOMES, p.54-5).

Além das habilidades necessárias ao desempenho de um certo trabalho, a escola disciplina o aluno e futuro trabalhador

para que aceite “tanto a posição quanto a prática que lhe corresponderá”.

Análises de Apple e de Bernstein

Bernstein dá grande ênfase na linguagem ao procurar responder como se constitui a consciência individual numa sociedade capitalista. A linguagem “é o mecanismo substantivo da reprodução sócio-cultural e educativa”. Assim, considera que “quando alguém aprende uma linguagem, não só aprende um método de comunicação, um conjunto de signos e símbolos, mas incorpora os elementos fundamentais de uma cultura” (TORRES, p. 61). Numa sociedade capitalista, com a divisão social do trabalho, cada classe social desenvolverá uma linguagem peculiar à sua posição e às suas relações sociais. E “essa divisão de trabalho e essas relações de classes é que estabelecem os princípios de controle que se dão na linguagem” (GOMES, p.63).

Explorando o âmbito da relação entre linguagem e ideologia, defende que, ao assimilar a linguagem de certo segmento social, o indivíduo constrói uma certa compreensão da realidade bem como certo modo de pensar (processos em que a linguagem exerce grande influência).

Apple, por sua vez, numa sociologia da educação mais próxima da Escola, defende, diferentemente de Bernstein, que “a reprodução se dá no vínculo pedagógico que se estabelece entre aluno-professor na sala de aula” (TORRES, p. 72). Não é tanto no conteúdo explícito, na ideologia ou no capital cultural dominantes que se concentram os esquemas reprodutores. Os grandes responsáveis são a forma do discurso pedagógico, a maneira de tratar os alunos, de ensiná-los os critérios de obediência, os métodos de avaliação, as normas, o tratamento diferenciado do currículo etc. É grande a ênfase, portanto, que o autor dá ao *currículo oculto*.

Apple vai ainda mais fundo ao concluir que um empreendimento educacional é politicamente determinado. Certos estratos da sociedade devem avançar no sistema educacional e outros não. O esforço educacional de uma sociedade desigual é organizado para reproduzir estas diferenças e, por conseguinte, parte do fracasso escolar é desejado.

Análise de Bourdieu & Passeron

Estes autores defendem que, numa sociedade dividida em classes, os setores dominantes controlam os significados culturais mais valorizados socialmente. Tais significados simbólicos se entrelaçam às relações de poder entre os segmentos e grupos sociais, a escola desempenhando um papel de reprodução da dominação da classe burguesa ao privilegiar seus valores. Pelo mesmo mecanismo, a escola reproduz a subordinação dos grupos subalternos desenvolvendo seus hábitos de classe. Tudo isso representa um processo de *violência simbólica*² e de *arbitrariedade cultural*³, pelas quais são desprestigiados os valores culturais que não pertencem aos grupos dominantes.

Um importante conceito em Bourdieu e Passeron é o de *capital cultural*, que se refere à competência cultural e

lingüística socialmente herdada e que facilita o desempenho na escola. Como estes *recursos* não são distribuídos equitativamente entre os grupos sociais, resulta que as possibilidades de sucesso na escola são também desiguais. O currículo, por meio de sua ênfase à abstração, ao formalismo, à palavra oral e escrita e a outros aspectos, discriminam os estudantes: aqueles que dispõem de uma grande quantidade de capital cultural são bem-sucedidos, enquanto os demais enfrentam barreiras em virtude da descontinuidade entre a escola e suas origens. Assim é que o aluno burguês continua burguês e o aluno proletário permanece proletário. O resultado final é que, em contradição com os ideais meritocráticos (os alunos têm iguais condições de sucesso, sobressaindo-se apenas os mais dedicados e intelectualmente aptos), a escolarização tem um impacto pequeno na mobilidade social.

A corrente da Análise Institucional

A Análise Institucional se distingue das demais sociologias por centrar-se, principalmente, nos problemas educacionais. Alguns de seus grandes princípios são (SÁNCHEZ, p. 143-4):

- Recusa de toda norma ou ideologia que não esteja confirmada pela prática social;
- Desequilíbrio permanente enquanto não se conseguir uma maior igualdade econômica e política;
- Influência decisiva do proletariado, classe social que desde a revolução francesa havia sido posta de lado pela burguesia;
- Iniludível necessidade de participação em toda instituição, desde a escola até o parlamento, como único meio de conhecer a melhor opção a seguir;
- Busca de efeitos ou de analisadores concretos em vez de leis da macrosociologia.

A “Nova Sociologia da Educação” - NSE

No início dos anos 1970 um grupo de sociólogos britânicos propôs uma alternativa à sociologia da educação “tradicional”, absorvida com questões como a desigualdade de oportunidades, os obstáculos à mobilidade e o desperdício de talentos. A NSE punha em questão certos aspectos como: “os processos efetivos que se desenrolam nas escolas e salas de aulas; os conteúdos de saberes incorporados nos programas e ‘currícula’; as relações sociais que se estabelecem a cada dia entre os atores. (...)”

A sociologia tradicional da educação ter-se-ia contentado, demasiado freqüentemente – no entender dos partidários da NSE – em contabilizar efetivos, descrever fluxos e calcular rendimentos sem propor um quadro teórico rigoroso, suscetível de permitir uma verdadeira compreensão dos fenômenos” (FORQIN, p.149-50). Em contrapartida, a NSE via

² Imposição de significações como legítimas, dissimulando as relações de força que estão em sua base (Bourdieu e Passeron, p.19).

³ Imposição, a certo grupo social, de uma cultura que lhe é alheia.

o processo educacional como algo que é produzido numa "arena" por grupos com interesses divergentes.

A NSE, apesar da importância que teve à época, teve vida curta, seu grande prestígio não indo além da década em que nasceu. Argumenta-se que este resultado deveu-se, principalmente, à grande diversidade de correntes que comportava.

Análises neweberianas

Como vimos, alguns dos pontos mais relevantes na obra de Weber são: o conceito de burocracia; o problema da estratificação social; o papel da educação na organização da sociedade. Suas análises sobre a importância dos diplomas e certificados em algumas sociedades "servem de base aos conceitos de credencialismo e de educação como instrumentos de poder de grupos de status, conceitos estes utilizados sobretudo pela abordagem neweberiana" (GOMES, p.73).

Um dos principais neweberianos considera que "as pessoas buscam certos bens em todas as sociedades, isto é, riqueza, prestígio e poder. Os indivíduos levam à arena diversas espécies de recursos, como propriedades, ferramentas, contatos sociais importantes para o avanço na carreira e qualificações educacionais" (Collins apud GOMES, p.73). Portanto, os sistemas educacionais são modelados menos por necessidades de integração social que por interesses em conflito. Nessa verdadeira briga por uma posição social mais vantajosa, a educação funciona como um meio de seleção e controle.

Concluimos, aqui, esta apresentação das correntes sociológicas da educação surgidas nas últimas décadas. Resta-nos, agora, fazer um balanço do que foi apresentado tendo em vista a educação que iremos oferecer hoje.

SOCIOLOGIAS DA EDUCAÇÃO HOJE

Chegamos assim à última seção deste texto onde fazemos, primeiro, um exame de algumas das teorias apresentadas. Em seguida, descrevemos, brevemente, o quadro sociológico atual da educação nos Estados Unidos. Finalizando, abordamos o desafio para as sociologias da educação neste início de terceiro milênio.

Crítica às sociologias da educação

Como afirmamos antes, diversos são os enfoques sociológicos da educação. Diante das limitações de cada uma delas, inúmeras críticas lhes têm sido feitas. Apresentamos, brevemente, algumas das mais comuns.

Durkheim

É inegável a contribuição de Durkheim para a Sociologia da Educação com o seu trabalho pioneiro de compreensão da educação como instrumento de transmissão cultural e de preparação para a divisão do trabalho. Contudo, como sociólogo do consenso, ele não considera as contradições entre as demandas da sociedade e as do grupo social a que o

educando pertence. Assim, Durkheim não considera o fato da sociedade ser composta de grupos em conflito, com diferentes graus de poder e, por conseguinte, com acesso diferenciado aos bens por ela produzidos.

Funcionalismo

Uma primeira crítica é a de que não há uma discussão sobre as origens da escola, isto é, como ela se constitui histórica e socialmente.

Um segundo problema está na ilusão, desfeita pelos trabalhos de Boudelot & Establet, da unidade da escola. A escola única, na perspectiva funcionalista, transforma-se em um mito.

Uma terceira crítica diz respeito à incapacidade do funcionalismo explicar por que os papéis da estrutura social e da escola devem ser similares. Ou seja, seus autores pressupõem, sem questionamento, que o que ocorre na sociedade vai acontecer na escola.

Guardando forte relação com a crítica anterior, aparece um quarto problema, que diz respeito ao desinteresse do funcionalismo em explicar como se constitui o consenso na escola, de forma que o desacordo nela não se manifeste.

Uma última crítica consiste na desconsideração do papel do Estado, bem como da dinâmica da economia na determinação dos resultados educativos. Não há, portanto, uma crítica do papel do Estado na Educação pública.

Teorias reprodutivistas

Apesar de seu interesse em trazer ao conhecimento as desigualdades educacionais, as abordagens reprodutivistas padecem não só de limitações mas até de equívocos. Questiona-se, por exemplo, as limitações destas teorias, produzidas em países ricos, quando aplicadas à complexa realidade da América Latina, cujo contexto social, ideológico e político é significativamente diferente.

Adverte-se, também, que a maioria das teorias de reprodução têm um enfoque eminentemente escolar, não considerando um conjunto muito grande de práticas educativas (as não formais) que permanecem fora do estudo dessas teorias. Portanto, "ao se dar tanta ênfase ao poder reprodutor da escola, esqueceu-se de que no centro dos esquemas de reprodução (...) o epicentro é o processo de trabalho, então há uma reificação, uma supervalorização do poder reprodutor per se da escola" (TORRES, p. 93).

Um outro elemento da crítica é a idéia do currículo oculto. Foi tal a obsessão pela idéia do currículo oculto que chegou-se a ter um certo desprezo pelos conhecimentos escolares explícitos.

Talvez o problema mais sério das teorias da reprodução seja sua incapacidade de transformar os contextos sócio-educativos, negligenciando a presença de sujeitos que não necessariamente se rendem à dominação dos valores liberais, sujeitos que vão desenvolvendo as suas próprias estratégias de sobrevivência.

Tomaz SILVA (p.38-46) apresenta um dossiê das acusações contra as teorias da reprodução, algumas das quais acabam de ser consideradas.

Uma visão sociológica das últimas décadas do século XX nos EUA

Michael Apple, num artigo intitulado *A Educação e os Novos Blocos Hegemônicos*⁴, examina as transformações que estão mudando o panorama em que a educação se situa: “o que pretendo fazer é um esboço das principais tensões que envolvem a educação nos Estados Unidos, enquanto fatores que a movem para rumos conservadores”. Embora tome como referência o contexto norte americano, veremos que suas considerações nos interessam.

O autor avalia que a educação, nesta transição entre séculos, entra-se submetida a críticas que procuram desqualificá-la: as escolas são responsabilizadas pelas altas taxas de evasão, pela redução do número dos que têm acesso à educação básica, pela perda de padrões de qualidade e de disciplina, por um ensino distante da realidade do trabalho, dentre outras falhas. Por tudo isso, a escola é responsabilizada por problemas econômicos de nossos dias, como: a queda na competitividade, o desemprego, e outros. Surge então a exigência de que a educação seja orientada pelo mercado, como forma de corrigir aqueles problemas econômicos.

Apple alerta, contudo, que “por trás disso tudo há um ataque às normas e valores igualitários”. Assim, é preciso estarmos atentos para o verdadeiro significado, normalmente escondido, do discurso da melhoria das condições sócio-econômicas a partir, dentre outras formas, da descaracterização do processo educativo. Devemos estar cientes de que esta crise não é tanto de carência por recursos mas, essencialmente, na desigualdade em sua distribuição entre as nações e dentro de cada uma delas.

“A educação é um lugar de conflito e de compromisso. Ela serve também como um espaço para amplas batalhas sobre o que nossas instituições deveriam fazer, a quem elas deveriam servir e quem deveria tomar essas decisões. E, ainda, ela é, por si própria, uma das maiores arenas em que os recursos, o poder e a ideologia específicos das políticas, das finanças, do currículo, da pedagogia e da avaliação em educação são colocados em jogo. A educação, assim, é tanto causa quanto efeito, determinante e determinada”.

Parte do êxito deste novo movimento conservador pode ser devido à ampla aliança que se conseguiu construir entre, principalmente, quatro grupos: os neoliberais, os neoconservadores, os populistas autoritários e uma certa fração da nova classe média em ascensão. Embora com uma história e dinâmica próprias, relativamente autônomas, cada um destes segmentos envolveu-se com o movimento conservador mais geral. Vejamos, brevemente, algumas características de cada um deles.

Os neoliberais representam o grupo dominante neste processo de reforma liberal da sociedade. Eles “são orientados pela perspectiva do Estado fraco. Assim, o que é privado é necessariamente bom e o que é público é necessariamente ruim. (...) Para os neoliberais, há uma forma de racionalidade que é mais poderosa do que qualquer outra: a racionalidade

econômica. A eficiência e uma ‘ética’ da análise de custo-benefício são as normas dominantes.”

Já os neoconservadores defendem um Estado forte, mas não com a preocupação de garantir conquistas sociais. A ênfase é a defesa de valores nacionais. Trata-se, portanto, de um conservadorismo cultural. Fundamentando o impulso neoconservador na educação e na política social em geral está também um medo do “outro”. As oposições nós/eles dominam este discurso, e a cultura do “outro” deve ser temida.

Quanto aos EUA, não é possível compreender plenamente sua política educacional sem prestar bastante atenção à “Direita Cristã”. Ela é excepcionalmente poderosa e influente nos debates sobre política pública, educação, bem-estar social, as políticas da sexualidade e do corpo, religião, e assim por diante. A “Nova Direita” embasa suas posições sobre educação e política social em geral nas visões particulares da autoridade bíblica, na “moralidade cristã”, nos papéis de gênero e na família.

O último grupo de apoio às políticas da modernização conservadora é constituído pela nova classe média profissional, que ganhou sua própria mobilidade social a partir da especialização técnica. “São pessoas com conhecimentos de gerenciamento e técnicas de eficiência que fornecem base técnica e ‘profissional’ para a responsabilidade, a mensuração, o “controle de produto” e a avaliação requeridos pelos proponentes das políticas neoliberais de mercadificação e pelas políticas neoconservadoras de estreito controle central em educação”.

Os membros desta fração não necessariamente acreditam nas posições ideológicas que servem de base à aliança conservadora. Sua própria mobilidade social, contudo, depende da expansão do saber técnico e das ideologias profissionais de controle, mensuração e eficiência que o acompanham. Assim, eles freqüentemente apoiam tais políticas enquanto “instrumentalidades neutras”.

São estas, portanto, as forças educacionais conservadoras hoje dominantes na maior economia do planeta. A intensidade com que seu efeito nos atingirá ainda é incerto mas não podemos negligenciar seu poder. Vejamos, então, como a sociologia pode enfrentar esta nova realidade.

O que a sociologia pode, hoje, fazer pela educação

Apresentadas as idéias em sociologia educacional bem como o panorama sociológico nos EUA, talvez devamos nos indagar sobre qual deve ser o papel, hoje, dos estudos nesta área. Quais, enfim, devem ser “as conexões que a sociologia deve ser capaz de estabelecer entre os processos e instituições educacionais, de um lado, e os processos e instituições sociais mais gerais, de outro” (RODRIGUES, p.102).

Para compreendermos o papel da sociologia da educação convém lembrar que esta ciência nasceu com o capitalismo. Analisar a educação de hoje, do ponto de vista da sociologia, demanda, portanto, que conheçamos o caráter da fase contemporânea do capitalismo. E isto nos aproximará, inevitavelmente, ao descortinarmos os conflitos em torno da economia e do Estado capitalistas, às contradições do sistema

⁴ In: RODRIGUES, A. *Sociologia da Educação*, p.111-45.

educacional. "Essa é a contribuição que a sociologia pode dar ao estudo dos fenômenos educacionais: confrontá-los com os mundos econômico, político e cultural em meio aos quais ocorrem" (GOMES, p.109).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode parecer ao docente em engenharia que tudo isto é grande demais diante de seu limitado poder ou que nada disto lhe diz respeito. Se é verdade que sua capacidade de intervenção na realidade é bastante limitada, também o é o fato de que os fenômenos sociais lhe dizem respeito. Além disso, a sociedade é construída por indivíduos que estarão tanto mais capacitados para tomar decisões quanto mais conhecerem a sua realidade. No contexto educacional, na medida em que compreende melhor o cenário em que se dá a formação do(a)s engenheiro(a)s, poderá o professor definir melhores estratégias de mediação entre educação e mudança social.

Diante da carência de trabalhos em sociologia da educação do(a) engenheiro(a), não poderíamos deixar de sugerir a condução de pesquisas envolvendo o estudo sociológico do sucesso e do fracasso em cursos de engenharia bem como a influência da sensibilidade e formação sociológicas do professor no desempenho dos alunos de engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURDIEU, P.; PASSERON, J.-C. A reprodução. 1 ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975. 238 p.
DURKHEIM, Emile. Educação e sociologia. 11 ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1978. 91 p.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR



João José E. Rabelo

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Ceará - UFC em 1987, mestre em Projetos Mecânicos pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC em 1992. Foi professor efetivo da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC (1990-1992). Desde 1994 é professor do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Federal do Ceará, onde tem lecionado diversas disciplinas da área de Sistemas Mecânicos. Exerceu as funções de coordenador e de vice-coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica. Áreas de interesse: Educação Tecnológica e Sistemas Mecânicos.

_____. A evolução pedagógica. 1 ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1995. 325 p.
FORQUIN, Jean-Claude (org.). Sociologia da educação: dez anos de pesquisa. 1 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1995. 350 p.
GOMES, Cândido A. A educação em perspectiva sociológica. 3 ed. São Paulo: EPU, 2003. 164 p.
MANNHEIM, Karl; STEWART, W.A.C. Introdução à sociologia da educação. 1 ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1969. 202 p.
MORRISH, Ivor. Sociologia da educação. 2 ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975. 339 p.
KRUPPA, Sonia M. P. Sociologia da educação. 1 ed. São Paulo: Cortez Editora 1994. 264 p.
PEREIRA, Luiz; FORACCHI, Marialice. Educação e sociedade: leituras de sociologia da educação. 3 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1967. 449 p.
RODRIGUES, Alberto T. Sociologia da educação. 4 ed. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2003. 157 p.
SÁNCHEZ, Antonio. Sociologia da educação. 1 ed. Rio de Janeiro: Thex Editora, 2001. 209 p.
SILVA, Tomaz T. O que produz e o que reproduz em educação: ensaios de sociologia da educação. 1 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992. 188 p.
TELES, Maria L.S. Sociologia para jovens. 8 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2001. 78 p.
TORRES, C. A. Sociologia política da educação. 2 ed. São Paulo: Cortez Editora, 1997. 104 p.
TOSCANO, Moema. Introdução à sociologia educacional. 11 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2002. 244 p.

UMA EXPERIÊNCIA COM A PBL NO ENSINO DE ENGENHARIA SOB A ÓTICA DOS ALUNOS

Luis Roberto de Camargo Ribeiro¹, Edmundo Escrivão Filho² & Maria da Graça Nicoletti Mizukami³

RESUMO

Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (Problem-Based Learning) é uma abordagem educacional que, ao contrário do modelo convencional que coloca um problema de aplicação ao final da apresentação de um conceito ou conteúdo, usa o problema para iniciar e motivar a aprendizagem. Além de promover a eficácia do processo ensino-aprendizagem, facilitando a aquisição dos conhecimentos necessários para a atuação em engenharia, esta metodologia pode também contribuir para o desenvolvimento das habilidades e atitudes apontadas como desejáveis para o futuro engenheiro, em sua vida profissional e social. Este trabalho discute a implementação da PBL em uma disciplina do curso de engenharia à luz do alcance simultâneo de três objetivos instrucionais: conhecimentos, habilidades e atitudes, a partir das avaliações dos alunos ao final do semestre.

Palavras-Chaves: Engenharia, Administração, Currículo

ABSTRACT

PBL (Problem-Based Learning) is an instructional approach that contrarily to the conventional model, which places an application problem after a concept or content has been presented, uses the problem to initiate and motivate learning. Besides promoting effectiveness in the teaching-learning process by facilitating the acquisition of the knowledge needed in the engineering profession, this methodology may further contribute to the development of the abilities and attitudes indicated as beneficial to the future engineer's career and social life. This work discusses the application of PBL in an engineering curriculum subject as regards the simultaneous accomplishment of three instructional objectives: specific knowledge, abilities e attitudes, according to the students' points of view.

Key-words: higher education, engineering education, problem-based learning.

INTRODUÇÃO

Vivemos em um contexto social e econômico em constante transformação. Um aspecto freqüentemente apontado como sendo uma das principais causas destas transformações é a recente revolução tecnológica, liderada pelos grandes avanços nas áreas de comunicações e da computação. A educação, uma atividade humana essencial em todas as épocas, não poderia estar imune a este processo de mudanças, o qual afeta particularmente o ensino de engenharia devido ao fato de a engenharia abrigar grande parte do conhecimento com aplicação tecnológica imediata. Dois efeitos desse processo no ensino de engenharia é que ele acarreta uma grande expansão do corpo de conhecimento e torna obsoleto em poucos anos muito do conhecimento ensinado nas escolas, obrigando os engenheiros a continuamente reaprenderem sua profissão.

Além disso, há outros fatores que têm impacto sobre a área de conhecimento da engenharia. Um deles é o próprio campo de atividade do engenheiro, que passou de um inventor, em sua origem, a um profissional que atua nas diversas áreas das organizações produtivas, i.e., em pesquisa e desenvolvimento, finanças, marketing, produção, serviços ao consumidor etc. Outro aspecto é o mercado de trabalho atual, ao mesmo tempo exigente, competitivo e instável, influenciado por um modelo produtivo que contribui para o desemprego estrutural, diminuindo indiscriminadamente a oferta de empregos em todas as áreas, incluindo-se a área das engenharias. Há ainda o aspecto dos modelos de gestão da produção, que têm concorrido para o achatamento da pirâmide organizacional, afetando principalmente os níveis hierárquicos médios onde tradicionalmente os engenheiros atuam. A soma destes aspectos confere a grande probabilidade de um engenheiro vir a mudar de emprego e posição dentro das

¹ Doutorando, Mestre. PPGE, UFSCar. Via Wash. Luís, Km 235, São Carlos, SP. Fone/Fax: (16) 260-8356. E-mail: luisrcr@iris.ufscar.br

² Professor, Doutor. DEP, EESC, USP. Av. do Trab. Sancarlene, 400. São Carlos, SP. Fone/Fax: (16) 273-9428. E-mail: edesfi@prod.eesc.sc.usp.br

³ Professora, Doutora. DEME, UFSCar. Via Wash. Luís, Km 235, São Carlos, SP. Fone/Fax: (16) 260-8373. E-mail: dmgn@power.ufscar.br

empresas, a trabalhar em diferentes empresas, inclusive em sua própria, e setores produtivos durante sua vida. Isto requer deste profissional adaptabilidade e capacidade de aprender, muitas vezes de forma autônoma, novos conhecimentos.

É possível imaginar que este quadro tenha importantes implicações para o ensino de engenharia, já que responder aos desafios que ele coloca é particularmente crucial nos dias de hoje. O contexto atual do campo de trabalho dos engenheiros demanda que as escolas, além de fornecerem-lhes uma preparação técnica sólida, atentem para o desenvolvimento de atributos que contribuam para uma boa atuação em sua vida profissional futura. Nesta direção, várias escolas de engenharia em todo o mundo recorrem a pesquisas voltadas ao levantamento de perfis profissionais desejáveis, principalmente junto a empregadores, especialistas e engenheiros que atuam na área.

Há muitas dessas pesquisas na literatura (e.g. Bailey & Bennett, 1996; Morgan et al., 1998; Von Linsingen et al., 1999). Os atributos mais citados, divididos por Ning (1995) e Vasilca (1994) em três categorias, são: (a) *conhecimentos*: domínio dos princípios fundamentais da engenharia (ciência e tecnologia) e conhecimento das relações entre os diversos ramos da engenharia, além de conhecimentos em áreas tais como computação, administração de empresas, lucros, impacto da tecnologia no meio ambiente e nas pessoas etc.; (b) *habilidades*: desenvolvimento de projetos, análise de problemas, síntese de soluções referenciadas a práticas em uso, comunicação e relacionamento interpessoal, orientação para o trabalho em equipes, como líder e liderado, gestão de recursos, visão sistêmica etc.; e (c) *atitudes*: ética, integridade e responsabilidade para com a sociedade e para com a profissão, preocupação com o meio ambiente, iniciativa, capacidade empreendedora, capacidade de adaptação a mudanças constantes, disposição de procurar especialistas quando necessário, motivação e interesse pela aprendizagem ativa e contínua durante suas carreiras, criatividade etc.

Embora reconhecendo a importância do desenvolvimento desses atributos, haja vista que no Brasil muitos deles já estão contemplados nas diretrizes curriculares para cursos de engenharia (MEC, 2002), a questão que sempre se colocou às universidades e departamentos de engenharia é como incorporar um corpo crescente de conhecimentos e como desenvolver as habilidades e atitudes necessárias à boa atuação profissional sem sobrecarregar os currículos ou estender os cursos. Alguns autores, tais como Zabala (1998), propõem que se trabalhe estas três categorias simultaneamente em sala de aula. Uma das formas de conseguir isto seria através da utilização de metodologias de ensino tais como a PBL, já que esta abordagem educacional é reconhecida, segundo Savin-Baden (2000), por oferecer aos alunos um meio de adquirir conhecimentos e desenvolver as habilidades e atitudes valorizadas na vida profissional no contexto escolar de uma forma integrada, ou seja, sem a necessidade de disciplinas ou cursos especialmente concebidos para esta finalidade.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)

A PBL, em seu nível mais fundamental, é um método caracterizado pelo uso de problemas do mundo real para encorajar os alunos a desenvolverem pensamento crítico e habilidades de solução de problemas e adquirirem conhecimento sobre os conceitos essenciais da área em questão. A PBL originou-se, como proposta metodológica, em 1969 na McMaster University, Canadá, para o estudo de medicina, mas é possível encontrar exemplos de implementação da PBL em todo o sistema educacional. No ensino superior tem sido bem sucedida em áreas diversas, tais como no ensino de administração de empresas (Stinson & Milter, 1996), engenharia (Woods, 1996, 2000; Hadgraft & Prpic, 1999) etc.

Apesar de ter sido sistematizada há pouco mais de trinta anos, a PBL não é uma abordagem nova. Muitos de seus elementos norteadores já foram contemplados anteriormente por educadores e pesquisadores educacionais do mundo todo, tais como Ausubel, Bruner, Dewey, Piaget e Rogers (Dochy et al., 2003). No Brasil, alguns de seus princípios podem ser encontrados, embora tenham sido mais tarde negligenciados, nas intenções dos fundadores da Universidade de São Paulo na década de 30, como mostra Masetto (1996): a colocação do aluno em contato com a realidade profissional desde o primeiro ano; a superação dos requisitos teóricos para se partir para a prática; a aquisição do conhecimento de forma não necessariamente lógica e seqüencial; a construção do conhecimento em rede, não linear; e a responsabilização dos alunos por seu desenvolvimento profissional e por seu comportamento ético com relação aos colegas, professores e sociedade.

No entanto, a PBL pode ser considerada inovadora na medida em que consegue incorporar e integrar conceitos de varias teorias educacionais e operacionalizá-los na forma de um conjunto consistente de atividades. Gijsselaers (1996) acredita que a PBL contempla três princípios fundamentais sobre a aprendizagem, a saber: (1) *a aprendizagem é um processo construtivo e não receptivo* – o conhecimento é estruturado em redes de conceitos relacionados entre si e conceitos novos são aprendidos na medida que são relacionados a redes preexistentes, sendo, portanto, importante ativar o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto em questão de modo a conseguir a aprendizagem de novos conceitos relacionados a ele; (2) *a metacognição afeta a aprendizagem* – habilidades tais como o estabelecimento de objetivos (o que vou fazer?), a seleção de estratégias (como vou fazer?) e avaliação dos resultados (funcionou?) são consideradas essenciais à aprendizagem; e (3) *fatores contextuais e sociais influenciam a aprendizagem* – o contexto em que o ensino se dá favorece ou inibe a aprendizagem, assim, a aprendizagem é otimizada quando o conteúdo ensinado está próximo do contexto profissional futuro dos alunos e quando os alunos compartilham responsabilidades e visões diferentes sobre uma mesma

questão, o que leva os alunos a aprofundarem seu questionamento sobre o assunto e a desenvolverem habilidades tais como senso crítico, aceitação de opiniões diferentes, construção de consenso etc.

Em vista do que foi exposto, muitas atividades educacionais poderiam ser consideradas PBL, tais como projetos e pesquisas. Porém, a principal diferença entre a PBL e outros métodos de ensino-aprendizagem, tais como a aprendizagem ativa, em equipes ou centrada nos alunos é o fato do problema direcionar e motivar a aprendizagem. Um problema nesta abordagem é, segundo Barrows (2001), de fim aberto, ou seja, não comporta uma única solução correta, mas uma (ou mais) melhor solução dadas as restrições impostas pelo próprio problema ou pelo contexto de aprendizagem em que está inserido, tais como tempo, recursos etc. Ademais, o problema promove a integração dos conceitos e habilidades necessários para sua solução, o que requer um processo de solução de problemas e o comprometimento com a aprendizagem autônoma por parte das equipes (Hadgraft & Prpic, 1999).

O processo PBL

Em sua forma original, a PBL é implementada em todo o curso, orientado por um conjunto de problemas que formam a espinha dorsal de seu currículo, o que implica alguma ou total reestruturação dos currículos e dos processos educacionais e administrativos dos departamentos, escolas e universidades. Entretanto, existem relatos de aplicação bem sucedida da PBL como uma estratégia educacional parcial, i.e., em partes de disciplinas (Stepien & Gallagher, 1998) ou em disciplinas isoladas dentro de um currículo convencional (Wilkerson & Gijsselaers, 1996).

As diferentes aplicações da PBL têm em comum um processo que pode ser resumido no seguinte conjunto de atividades (Barrows, 2001, Samford University, 2000): (a) apresenta-se um problema aos alunos que, em equipes, organizam suas idéias, tentam solucioná-lo com o conhecimento que já possuem, avaliando seu conhecimento e definindo a natureza do problema; (b) através de discussão, os alunos levantam e anotam questões de aprendizagem (*learning issues*) sobre os aspectos do problema que não compreendem e definem o que sabem e, sobretudo, o que não sabem a respeito do problema; (c) os alunos priorizam as questões de aprendizagem levantadas pelo grupo e planejam quando, como, onde e por quem estas questões serão investigadas para serem posteriormente partilhadas com o grupo; (d) quando os alunos se reencontram (em sala de aula ou fora dela), exploram as questões de aprendizagem anteriores, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema, podendo vir a definir novas questões de aprendizagem à medida que progredirem na solução do problema; e (e) depois de terminado o trabalho com o problema, os alunos avaliam seus pares e a si mesmos de modo a desenvolverem habilidades de auto-avaliação e avaliação construtiva de colegas, imprescindíveis para uma aprendizagem autônoma eficaz.

O papel do professor e dos alunos na PBL

Este conjunto de atividades não só acarreta mudanças no processo de ensino-aprendizagem como também coloca desafios para seus principais atores: alunos e docentes. A PBL implica em diferentes papéis para estes atores, quando comparados àqueles associados ao ensino convencional (Tabela 1). Segundo Gijsselaers (1996), o papel primordial do professor nesta metodologia é o orientar os grupos, dando apoio para que a interação entre os alunos seja produtiva e ajudando os alunos a identificarem o conhecimento necessário para solucionar o problema.

Em contrapartida, os alunos devem se responsabilizar por sua aprendizagem, concebendo-a de modo a satisfazer suas necessidades individuais e aspirações profissionais. Barrows (2001) acredita que a delegação da responsabilidade pela aprendizagem (*empowerment*) ensina os alunos a aprenderem por toda a vida – uma habilidade extremamente útil já que se acredita que grande parte do conhecimento adquirido na escola estará desatualizada quando os alunos estiverem iniciando sua vida profissional, particularmente no campo das ciências aplicadas como a engenharia.

Responsabilizar-se pela própria aprendizagem implica, segundo Woods (2000), que os alunos desempenhem as oito tarefas seguintes: (1) explorar o problema, levantar hipóteses, identificar e elaborar as questões de investigação; (2) tentar solucionar o problema com o que se sabe, observando a pertinência do seu conhecimento atual; (3) identificar o que não se sabe e o que é preciso saber para solucionar o problema; (4) priorizar as necessidades de aprendizagem, estabelecer metas e objetivos de aprendizagem e alocar recursos de modo a saber o que, quanto e quando é esperado e, para a equipe, determinar quais tarefas cada um fará; (5) planejar, delegar responsabilidades para o estudo autônomo da equipe; (6) compartilhar o novo conhecimento eficazmente de modo que todos os membros aprendam os conhecimentos pesquisados pela equipe; (7) aplicar o conhecimento para solucionar o problema; e (8) avaliar o novo conhecimento, a solução do problema e a eficácia do processo utilizado e refletir sobre o processo.

É importante ressaltar que, mesmo sendo baseada na aprendizagem através da solução de problemas, a PBL não é meramente uma técnica para resolver problemas. Técnicas de solução de problemas são fundamentais nesta abordagem educacional, porém a PBL não se resume nelas. Hadgraft e Prpic (1999) enfatizam que a principal atividade dos alunos em um ambiente educacional PBL é a aprendizagem – identificando o que precisam saber, investigando, ensinando uns aos outros e aplicando os novos conhecimentos – e não a mera compleição da tarefa. Nesta metodologia o conhecimento construído na busca da solução dos problemas e as habilidades e atitudes desenvolvidas neste processo são mais relevantes que a solução per si. É esta uma das características que tornam a PBL interessante para instituições de ensino superior: a possibilidade de se atingir objetivos educacionais mais amplos, ou seja, não só a aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, mas o desenvolvimento de habilidades e atitudes que lhes serão úteis em sua vida profissional futura.

Tabela 1: Principais diferenças entre a abordagem de ensino convencional e a PBL (adaptada de Samford University, 2000).

ABORDAGEM CONVENCIONAL	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)
Docente assume o papel de especialista ou autoridade formal. Docentes organizam os conteúdos na forma de palestras pautadas no contexto da disciplina. Alunos são vistos como <i>tabula rasa</i> ou receptores passivos de informação.	Papel do docente é de facilitador, orientador, co-aprendiz, mentor ou consultor profissional. Docentes concebem cursos baseados em problemas com fraca estruturação, delegam autoridade com responsabilidade aos alunos e selecionam conceitos que facilitarão a transferência de conhecimentos pelos alunos. Docentes aumentam a motivação dos alunos por meio da colocação de problemas do mundo real e da compreensão dos problemas dos alunos.
Alunos trabalham isoladamente. Aprendizagem é individualista e competitiva.	Alunos interagem com o corpo docente de modo a fornecer <i>feedback</i> imediato sobre o desempenho do curso com a finalidade de melhorá-lo continuamente. Alunos trabalham em grupos para solucionar problemas. Aprendizagem ocorre em um ambiente de apoio e colaboração.
Alunos absorvem, transcrevem, memorizam e repetem informações para realizarem tarefas de conteúdo específico. Alunos buscam a “resposta correta” para obter sucesso em uma prova.	Alunos identificam, analisam e resolvem problemas utilizando conhecimentos de cursos e experiências anteriores, ao invés de simplesmente relembra-los. Alunos adquirem e aplicam o conhecimento em contextos variados. Alunos encontram seus próprios recursos e informações, orientados pelos docentes. Docentes desencorajam a “resposta correta” única, mas ajudam os alunos a delinear questões, formular problemas, explorar alternativas e tomar decisões eficazes.
Desempenho avaliado com relação a tarefas de conteúdo específico. Avaliação de desempenho escolar é somativa e o docente é o único avaliador.	Alunos avaliam suas próprias contribuições, além das de outros membros e do grupo como um todo.

OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho faz parte de um estudo sobre a implementação da PBL em uma disciplina de um currículo de engenharia. Aqui a investigação enfoca como os alunos de graduação avaliam esta abordagem de ensino, suas vantagens e desvantagens e sua capacidade de alcançar os objetivos propostos pela disciplina, i.e., conhecimentos, habilidades e atitudes.

METODOLOGIA

Esta pesquisa, podendo ser considerada uma pesquisa-intervenção, adotou um delineamento qualitativo por este ser ideal quando se deseja estudar algo em seu contexto natural, “*tentando compreender, ou interpretar, os fenômenos em termos do significado que as pessoas lhe conferem*” (Denzin & Lincoln, 1994, p.2). Este trabalho também adota uma abordagem colaborativa (Cole & Knowles, 1993), na medida em que o planejamento, a implementação e a análise dos resultados da intervenção, durante e após esta, foram um trabalho conjunto do professor e pesquisador.

Para responder à questão de pesquisa a metodologia PBL foi desenvolvida junto a uma disciplina sobre a Teoria Geral da Administração (TGA) oferecida a uma turma de 28 alunos (24 homens e 4 mulheres, com idade aproximada de 19-20 anos) da graduação em engenharia de uma universidade pública de São Carlos, SP, no primeiro semestre de 2002.

A coleta de dados envolveu entrevistas, observação participante e questionários. Os dados apresentados neste trabalho derivam principalmente de observações em sala de aula e de um questionário de final de semestre, respondido por 26 alunos, no qual lhes foi pedido que, individualmente e por escrito, avaliassem a metodologia utilizada, apontassem suas vantagens e desvantagens, dessem sugestões de melhoria e opinassem sobre sua eficácia quanto ao atendimento aos objetivos propostos pela disciplina.

A Intervenção

A intervenção foi baseada no conjunto de atividades e nos princípios norteadores da PBL. No primeiro encontro foi entregue aos alunos uma ementa da disciplina, onde constavam – além de um texto explicativo sobre a metodologia, seus princípios e procedimentos – os objetivos quanto aos conhecimentos (os movimentos do pensamento administrativo, as teorias de administração etc.), às habilidades (habilidades de comunicação oral e escrita, habilidades de solução de problemas, habilidades relacionais etc.) e às atitudes (respeito aos outros e às opiniões de outros, ética, respeito a regras estabelecidas pelo grupo, cooperação etc.).

A disciplina era constituída de uma aula semanal de 100 minutos durante 15 semanas, onde foram apresentados 12 problemas (um por semana) enfocando tópicos diferentes da TGA. Os alunos dividiram-se espontaneamente em grupos de 4 ou 5, nos quais assumiram, alternando-se a cada problema, papéis de líder, redator, porta-voz e membros participantes. Na segunda metade da disciplina, estes grupos originais foram

re-arranjados pelo professor de modo a encorajar relações mais impessoais entre os alunos, fomentar a troca de experiências com relação ao trabalho coletivo e promover sua eficácia.

Um ciclo completo da metodologia consistia de várias fases e iniciava-se na segunda metade do encontro semanal com a apresentação do problema, seguida da discussão em grupo. Nesta discussão os alunos analisavam o problema e suas possíveis causas, listavam os conceitos, ou seja, as questões de aprendizagem, que poderiam ajudar em sua resolução e planejavam sua estratégia de trabalho em grupo durante aquela semana. No encontro seguinte cabia aos redatores entregarem um relatório final com os resultados das pesquisas, uma síntese dos conceitos utilizados e as soluções propostas pelos grupos, que eram apresentados oralmente pelo porta-voz. Os resultados foram apresentados na forma de seminários, pôsteres e dramatizações com a participação de todos os grupos. As apresentações dos grupos eram seguidas por um fechamento coletivo, i.e., um debate entre os alunos e o professor, e uma síntese deste sobre o tópico em questão. Finalizando o ciclo, os grupos avaliavam o problema e o processo educacional e os líderes avaliavam, separadamente, seu próprio trabalho e o dos demais membros de seu grupo.

RESULTADOS

De modo geral, a avaliação da maioria dos alunos sobre a implementação da metodologia de ensino utilizada foi boa, como mostram os seguintes relatos: "A metodologia utilizada é no mínimo diferente das outras que já tive. Considero a metodologia boa pois incentiva o aluno a ter iniciativa própria para pesquisar sobre o assunto proposto, que vem em forma de problemas" (A06); "Achei que ela é muito boa por fazer com que busquemos o conhecimento e discutamos em seguida aquilo que aprendemos" (A03); "A metodologia, a partir do momento em que foi assimilada, funcionou muito bem, pois [...] favorecia competências além da técnica" (A04). Somente três alunos questionaram a adequação da metodologia, na forma e no contexto em que foi implementada, como indica A05: "A metodologia é funcional em parte. Infelizmente a parte dos conhecimentos foi prejudicada por esse método não ser 100% efetivo (já que alguns alunos podem não se interessar pela matéria)".

Sobre as vantagens e desvantagens da abordagem utilizada

As vantagens mais frequentemente apontadas pelos alunos foram relacionadas à capacidade da metodologia de promover a pesquisa e a aprendizagem autônoma: "As vantagens são que os alunos não recebem todo o material pronto e por isso são obrigados a pesquisar e portanto aprendem mais" (A01); "Um dos pontos positivos é que através da pesquisa podemos apresentar as soluções para os problemas, ao contrário se o professor apenas apresentasse na aula os conceitos" (A12); com o que concordam A03, A05, A14, A16, A17, A22 e A25.

Uma outra vantagem atribuída à metodologia é o fato de ela ter favorecido a aproximação entre a teoria e a prática, entre o conhecimento escolar e a atuação profissional futura, como mostram os relatos: "[As vantagens são:] contato 'prático' (simulações de situações reais) com a disciplina e discussão em grupo (consenso do grupo), que permitem assimilar mais facilmente os conhecimentos" (A08); "Fazendo-nos pesquisar, como no mundo real, encontramos conhecimento necessário para nossos trabalhos e para nós mesmos" (A09); "As vantagens são a interação com problemas práticos e discussões" (A11) e "Suas vantagens foram a integração dos alunos, a melhoria do processo de aprendizado e a possibilidade de aplicar a teoria à prática" (A04).

A maior integração entre os alunos, apontada por A04, e o desenvolvimento de habilidades de trabalho em grupo também foram indicados por seus colegas: "A metodologia é excelente pois o trabalho em grupo estimula o aluno a estudar através da cobrança dos companheiros de grupo" (A13) e "A metodologia é muito boa, pois explora os trabalhos em grupo" (A16). A capacidade da metodologia de manter o envolvimento dos alunos no decorrer do semestre também foi mencionada pelos alunos: "Podemos citar como vantagem principal o envolvimento dos alunos com a disciplina" (A17); "Gostei muito da metodologia pois estamos em contato contínuo com a matéria e sempre nos atualizando" (A23); "Pois os alunos tinham obrigações semanais a cumprir utilizando-se dos mais diversos métodos de aprendizagem" (A26) e "A metodologia nos fez nos comprometermos a trabalhar e na maior parte do tempo nos motivou a isto" (A10). Ainda uma outra vantagem, indicada por A14, refere-se à forma de avaliação: "O aluno é avaliado pelo seu comportamento e pelo que sabe, não pela nota de uma prova".

Entretanto, estes mesmos pontos foram vistos como possíveis desvantagens por alguns alunos. O fato de a metodologia demandar uma maior participação dos alunos e responsabilizá-los pela aprendizagem autônoma e, portanto, depender de seu interesse pela matéria também foi considerada uma limitação: "Depende muito da vontade do aluno de buscar o conhecimento. Isso pode ter feito com que a turma tenha saído com um nível de conhecimento muito heterogêneo, de acordo com o empenho dado por cada aluno" (A03); "Porém o aprendizado depende da motivação do aluno em relação ao grupo de trabalho" (A15); "Aluno desmotivado impede que este aprenda pois conforme a matéria evolui mais distante torna-se o processo de aprendizado" (A07); e "A metodologia usada é boa, mas precisa de uma melhor participação dos alunos [...] pois as pessoas tem visões diferentes em relação ao mesmo assunto e é de grande importância uma discussão dentro do próprio grupo" (A24).

Similarmente, algumas dificuldades foram atribuídas ao trabalho em grupo: "Eu tive que me virar para achar as respostas, porém várias vezes eu ficava apenas encarregado de um tópico e acabava não me preocupando com o resto do trabalho" (A19); "A metodologia é ótima mas deveria haver aulas em que não há grupos, e sim um grande fórum.

O grupo pode ocultar opiniões próprias relevantes ao assunto, mas que por serem polêmicas entre os membros dos grupos não são trazidos à tona" (A21); *"Desvantagens, é que como sempre, num grupo, uns trabalham bem mais que os outros"* (A22); e *"Uma pequena desvantagem é a não conciliação de horário entre alguns membros das equipes"* (A26).

Contudo, a desvantagem mais citada pelos alunos, decorrente da necessidade de comprometimento semanal dos alunos colocado pela metodologia, foi o aumento no tempo dedicado à disciplina: *"A desvantagem é o elevado número de horas que são necessárias"* (A06); *"Deveria ter mais créditos"* (A10); *"Fazer um trabalho por semana às vezes fica difícil porque é difícil reunir o grupo e o tempo para pesquisar é pequeno"* (A14); *"Porém é uma metodologia que requer muito tempo dos alunos"* (A16) e *"Considero uma metodologia interessante porém os trabalhos constantes fogem ao controle do grupo que tem mais disciplinas para correr atrás"* (A20). Esta limitação da metodologia também é indicada por A04, A08, A12, A13, A18 e A25.

Em vista dessas dificuldades os alunos colocaram como sugestões de melhoria: o aumento do tempo de aula e dos créditos correspondentes (A05, A13, A15, A25); o uso de menos problemas, e.g. um problema a cada duas semanas, de forma a permitir um maior aprofundamento (A02, A04, A20); a mudança do dia do encontro, e.g. de segunda-feira para outro dia da semana, para facilitar o trabalho dos grupos fora da sala de aula (A20, A26); uma maior rotatividade de grupos para evitar a formação de 'panelinhas' (A02); mais tempo de debate entre todos os alunos e o professor (A01); a presença de um coordenador (tutor) para cada grupo de modo a garantir a participação de todos (A07); uma maior utilização do tempo em sala de aula para o trabalho em grupo (A14); entre outras.

Sobre o atendimento aos objetivos da disciplina (conhecimentos, habilidades e atitudes)

A grande maioria dos alunos avaliou que, em geral, os objetivos da disciplina foram alcançados, como ilustram os relatos: *"Os objetivos foram alcançados pois embora a matéria tenha sido trabalhosa, o método de ensino é excelente"* (A13); *"Imagino que sim, pois o que aprendi considero de grande proveito para minha carreira e até minha vida"* (A23); *"Sim, pois aprendemos como reagir a determinados problemas existentes dentro de uma empresa, em que lugar procurar a melhor maneira de solucionar esse problema e como agir frente aos empregados"* (A24); *"Pelo curto período de tempo em que foi ministrado (deve-se lembrar que um curso de Administração é dado em 4 anos, no mínimo) o curso alcançou os objetivos na medida em que mobilizou todos os alunos"* (A26). Entretanto, alguns alunos foram mais reticentes: *"Acredito que os objetivos foram alcançados sim, claro que dentro das possibilidades. Quero dizer que a teoria é muito complexa, e ao mesmo tempo interessante, para ser ministrada em apenas dois créditos semanais"* (A18) e *"Nem todos, porém grande parte. Eu aprendi várias coisas interessantes sobre a*

materia em si e sobre organização e funcionamento de um grupo. Porém eu somente consegui uma visão ampla da situação (não específica). Eu não saberia resolver inúmeros problemas dentro de uma empresa ou classificá-los" (A19).

Quanto aos conhecimentos, grande parte dos alunos consideraram que os objetivos foram alcançados: *"Creio que sim. Uma vez que a alta demanda de teorias foram vistas por um número de créditos baixos. Acredito que os objetivos foram alcançados"* (A02); *"Sim, os objetivos foram atingidos. Os conhecimentos, como deveriam ser adquiridos através de pesquisa, eram melhores assimilados que uma simples aula"* (A04) e *"Creio que os objetivos tenham sido alcançados. Os conhecimentos foram adquiridos pelos alunos de tal forma que fez surgir a atitude de buscar conhecimento e a habilidade de pesquisar e criar. O conhecimento não foi apenas passado, mas conquistado"* (A15). Alguns alunos sinalizaram que os conhecimentos podem ter sido prejudicados ou que foram aprendidos superficialmente: *"A exploração dos assuntos é superficial"* (A02), *"Os conhecimentos foram a parte menos favorecida"* (A05); *"Eu sinto que aprendi muita coisa mas não tenho a sensação clara e organizada do que aprendi, em suma achei que faltou tempo para a filtragem do conhecimento"* (A10).

Com relação ao desenvolvimento de habilidades, a maioria dos alunos mencionou aquelas relativas à solução de problemas, como mostra A21: *"Mais do que aprender a teoria de cada fase do pensamento administrativo, nós aprendemos onde buscar a solução para os problemas, como analisar as soluções e julgá-las"*. Porém, foram também anotadas as habilidades de pesquisa e busca de recursos diversos: *"Sim, pois temos capacidade de buscar em fontes bases para a solução de um determinado problema que eventualmente ocorra no futuro em nossa profissão"* (A25) e *"Os alunos passaram a ter uma maior atitude de pesquisar os assuntos em livros, na Internet, sempre em busca de uma melhor solução para os problemas"* (A01); relacionais: *"Foi importantíssimo o trabalho em grupo"* (A07); de comunicação oral e escrita: *"No primeiro trabalho todos pareciam perdidos [...], mas nas últimas aulas era fácil perceber o progresso da turma, que baseada em conhecimentos anteriormente acumulados produziram melhores trabalhos e sentiam-se mais seguros para apresentá-los"* (A17); de estudo autônomo: *"Apesar de meio a contragosto acabamos tendo que pesquisar e aprender sozinhos, e isso é importante"* (A22); entre outras.

Com respeito às atitudes, a maioria dos alunos não foi específica em suas respostas ou não as diferenciou das habilidades: *"As habilidades e atitudes, que nem seriam abordadas a fundo na metodologia convencional, foram favorecidas"* (A04) e *"Habilidades e atitudes: esses tópicos foram muito bem explorados, devido aos trabalhos em grupo"* (A16). Mesmo assim, como mostra a fala de A16, o trabalho em grupo também pode ter contribuído para promover algumas atitudes: *"Os alunos [...] adquiriram a habilidade de discussão em grupo, trabalho em grupo, respeitar as opiniões de outras pessoas"* (A01).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Muitos autores, tais como Boud e Feletti (1997), sustentam que a PBL seja capaz de fornecer um meio de equacionar alguns desafios da educação profissionalizante até agora considerados intratáveis, tais como: "*Ligar a formação inicial à prática profissional, incluindo as habilidades profissionais no currículo de uma forma significativa e capacitando os alunos a desenvolver uma visão holística da prática para a qual estão sendo preparados*" (p.11). Guardadas as limitações devidas à forma como a metodologia foi implementada, as vantagens apontadas pelos alunos neste estudo – i.e., a promoção da aprendizagem autônoma, a aproximação entre a teoria e a prática e entre o conhecimento aprendido na escola e a vida profissional futura, a integração entre os alunos, o desenvolvimento de habilidades através do trabalho em grupo e o envolvimento contínuo dos alunos durante todo o semestre – parecem apontar nesta direção.

A maioria das desvantagens colocadas pelos alunos pode ser atribuída principalmente a dois fatores. Primeiramente, o contexto em que se deu a intervenção – i.e., em uma única disciplina com carga horária reduzida, correspondente a horas-aula e horas para estudo independente, dentro de um currículo convencional com grande número de créditos – parece ter limitado o alcance da metodologia. Assim, foi observado, pelos pesquisadores e alunos, que a metodologia aumenta a carga de trabalho, de uma forma contínua durante todo o semestre, e isto pode ter sobrecarregado os alunos, não só pela maior demanda de tempo de dedicação, como também pela disponibilidade de horários para encontros fora da sala de aula.

O segundo aspecto pode estar relacionado com a mudança de papel dos alunos. Muitas das desvantagens apontadas pelos alunos, tais como necessidade de comprometimento constante, dependência da participação e motivação dos alunos para seu bom funcionamento, dificuldades derivadas do trabalho em grupo etc., parecem refletir sua escolarização em um ambiente educacional mais diretivo, centrado no professor. Little (1997) acredita que mesmo que os alunos consigam ver a relevância e os benefícios da PBL, às vezes a realidade da metodologia pode entrar em conflito com seus hábitos e expectativas de aprendizagem, especialmente daqueles alunos recém advindos do ensino secundário, agravado neste estudo pelo fato de esta ter sido a única disciplina a adotar uma abordagem de ensino não convencional. Esta autora e Bridges e Hallinger (1996) sugerem que seja dada aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades de estudo autônomo e trabalho em grupo, tais como habilidades de planejamento, solução de problemas, gerenciamento de encontros, construção de consenso etc., logo no início do curso para amenizar os efeitos do período de transição. Apesar de isto não ter sido feito nesta intervenção, devido ao fato de demandar um tempo já bastante breve, foi possível observar o progresso dos alunos com relação a este aspecto durante o semestre.

As sugestões de melhoria apresentadas pelos alunos parecem igualmente refletir estes dois aspectos. Embora válidas, as sugestões por mais tempo de debate entre todos os alunos e o professor e a presença de um coordenador para cada grupo de modo a garantir a participação de todos podem também estar sinalizando, ao pedirem por mais direção da parte do professor, uma dificuldade dos alunos em assumir maior responsabilidade pela aprendizagem. Por outro lado, sugestões tais como mais tempo de aula, maior uso do tempo de aula para trabalho em grupo etc. ilustram bem as limitações colocadas pelo contexto em que a PBL foi implementada. Mesmo considerando estas limitações, a sugestão pelo uso de menos problemas de forma a permitir um maior aprofundamento, largamente indicada na literatura, esbarra em um dilema que é colocado ao ensino de todas as disciplinas, independentemente da metodologia adotada, i.e., abrangência versus profundidade, particularmente em uma disciplina com um caráter panorâmico como a deste estudo.

Quanto aos conhecimentos, o caráter panorâmico da disciplina mais o fato de a metodologia responsabilizar o aluno pela construção do conhecimento podem ter causado a impressão em alguns alunos de que ficaram prejudicados ou de que sua aquisição foi superficial. A aquisição de conhecimentos seja uma questão controversa, já que algumas meta-análises, tais como as de Albanese e Mitchell (1993) e Dochy et al. (2003), creditam uma pequena diferença na aprendizagem de conhecimentos a favor das metodologias expositivas. No entanto, alguns autores, como Stinson e Milter (1996), contestam esta diferença por estar pautada em resultados de testes objetivos padronizados que medem apenas a capacidade dos alunos de recordarem conceitos descontextualizados ou por demonstrar mais fraquezas da implementação do que da própria PBL, o que pode ter ocorrido neste estudo. Mesmo assim, é importante registrar que, apesar desta diferença, os mesmos resultados da análise de Dochy et al. (2003) indicam que os alunos que aprenderam em ambientes PBL se lembram mais dos conhecimentos adquiridos e têm uma base de conhecimento melhor estruturada.

Já com relação às habilidades a literatura aponta para ganhos significativos, e.g. Dochy et al. (2003) sustentam que a PBL tem "*um efeito positivo robusto nas habilidades dos alunos*" (p.16). Este efeito foi também notado pelos alunos, que indicaram o desenvolvimento de algumas habilidades encontradas nas pesquisas sobre atributos profissionais desejáveis para os engenheiros, tais como habilidades de solução de problemas, de pesquisa, relacionais, de estudo autônomo etc. Embora seja mais complexo promover mudanças em atitudes do que em habilidades, devido ao fato das primeiras terem raízes sociais e culturais profundas e à dimensão restrita desta intervenção, algumas atitudes, tais como respeito às opiniões dos outros parecem ter sido promovidas. Atitudes negativas tais como a falta de participação no trabalho do grupo, a ocorrência de 'caronas' e a formação de 'panelinhas' também foram observadas, o que demandou a intervenção do professor, re-arranjando os grupos, oferecendo-lhes a oportunidade de estabelecer suas

próprias regras de funcionamento e lembrando os alunos da importância da auto-avaliação e avaliação dos pares para suas futuras carreiras. Num ambiente educacional PBL mesmo as experiências negativas são usadas para gerar novas aprendizagens.

Concluindo, é possível afirmar que os aspectos explicitados nas avaliações dos alunos são consoantes com a literatura. A avaliação positiva da maioria dos alunos neste trabalho espelha a avaliação de alunos encontrada na literatura, ou seja, a forma inovadora, a capacidade de promover a aprendizagem autônoma através da solução de problemas e de favorecer o desenvolvimento de competências além da técnica etc. são características que contribuem para a boa receptividade da metodologia. Portanto, apesar dos limites deste trabalho, as falas dos alunos parecem apontar para a viabilidade da utilização da PBL no contexto estudado, contanto que alguns aspectos da implementação, tais como tempo, número de créditos, números de problemas etc., sejam repensados e redimensionados.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, D.; BENNETT, J.V. The realistic model of higher education. *Quality Progress*, Nov., p.77-9, 1996.
- ALBANESE, M.A.; MITCHELL, S. Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, v.68, n.1, p.52-68, 1993.
- BARROWS, H. Problem-based learning (PBL). Disponível em: Southern Illinois University PBL Web Site. <<http://www.pbli.org/pbl>>. Acesso em: 16 jun. 2001.
- BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.) *The challenge of problem-based learning*. Londres: Kogan Page, 1997.
- BRIDGES, M.E.; HALLINGER, P. Problem-based learning in leadership education. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, p.53-61.
- COLE, A.L.; KNOWLES, J.G. Teacher development partnership research: a focus on methods and issues. *American Educational Research Journal*, v.30, n.3, p.473-495, 1993.
- DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. Entering the field of qualitative research. In: DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. (eds.). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage, 1994, p.1-17.
- DOCHY, F. et al. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, v.3, Oct, p.533-568.
- GIJSELAERS, W.H. Connecting problem-based practices with educational theory. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). *Bringing Problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996, p.13-21.
- HADGRAFT, R.; PRPIC, J. The key dimensions of problem-based learning. In: 11th Annual Conference and Convention of the Australasian Association for Engineering Education, *Anais*, Adelaide, Australia, 26-29 Setembro, 1999. CD-ROM.
- LITTLE, S. Preparing tertiary teachers for problem-based learning. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (eds.) *The challenge of problem-based learning*. Londres: Kogan Page, 1997, p.117-124.
- MASETTO, M. A aula na universidade. In: VIII ENDIPE, *Anais*, Florianópolis, 1996, v.2, p.323-330.
- MEC. Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia. Disponível em: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 19 out. 2002.
- MORGAN, R.P.; PROCTOR, P.R.; WULF, W.A. The changing nature of engineering. Disponível em: <www.asee.org/publications>. Acesso em: 12 Nov. 1998.
- NING, C.C. Undergraduate academic programme: planning, development, implementation and evaluation. *International Journal of Engineering Education*, v.11, n.3, p.175-184, 1995.
- SAMFORD UNIVERSITY. What is problem-based learning? Disponível em: <<http://www.samford.edu/pbl/what.html>>. Acesso em: 24 Abr. 2000.
- SAVIN-BADEN, M. *Problem-based learning in higher education: untold stories*. Buckingham: Open University Press, 2000.
- STEPIEN, W.; GALLAGHER, S. Problem-based learning: as authentic as it gets. In: FOGARTY, R. *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1998, p.43-49.
- STINSON, J.E.; MILTER, R.G. Problem-based learning in business education: curriculum design and implementation issues. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). *Bringing Problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, p. 33-42.
- WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). *Bringing Problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996.
- WOODS, D. Problem-based learning for large classes in chemical engineering. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W.H. (eds.). *Bringing problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996, p.91-99.
- WOODS, D. *Problem-Based Learning: how to get the most out of PBL*. Disponível em: <http://www.biology.iupui.edu/Biology?HTML_Docs/biocourses/k345/PBL_Web_Page>. Acesso em: 06 nov. 2000.
- VASILCA, G. Engineers for a new age: how should we train them? *International Journal of Engineering Education*, v.10, n.5, p.394-400, 1994.
- VON LINSINGEN et al. (eds.) *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p.13-27.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES**Luis Roberto de Camargo Ribeiro**

Fez engenharia de materiais na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em 1983 e mestrado em engenharia de produção na Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP). É atualmente doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar. Seus interesses são: Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), ensino superior, ensino de engenharia e formação de professores para o ensino superior.

**Edmundo Escrivão Filho**

Formado em administração de empresas pelo Centro Universitário Central Paulista (UNICEP) e em engenharia de produção pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP), em 1978 and 1980, respectivamente. Fez mestrado em administração na Pontifícia Universidade Católica (PUC), em 1987, e doutorado em engenharia de produção na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, em 1995. É professor de teoria administrativa na EESC-USP desde 1981. Atualmente coordena um grupo de estudo sobre processos estratégicos da pequena empresa, seu principal foco de pesquisa.

**Maria da Graça Nicoletti Mizukami**

Professora do Departamento de Metodologia de Ensino do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) desde 1981. Recebeu seu B.A. em pedagogia na Universidade Estadual Paulista em 1970 and especializou-se em didática na Karl Ruprecht Universität, Heidelberg, Alemanha. Fez mestrado e doutorado na Pontifícia Universidade Católica (PUC), Rio de Janeiro, em 1978 e 1983, respectivamente, e pós-doutorado na Santa Clara University, Califórnia, em 1991. Sua linha de pesquisa abrange a formação de professores e processos de ensino-aprendizagem.

PLANO DE DIRETRIZES ESTRATÉGICAS DO PROMOVE

INTRODUÇÃO

Os órgãos gestores do Programa de Modernização e Valorização das Engenharias - PROMOVE diante da necessidade de buscar um processo racional, sistêmico e flexível para dar suporte às suas tomadas de decisões, e que seja capaz de auxiliar o desenvolvimento das ações previstas, harmonizando suas condições objetivas de realização com as disponibilidades orçamentárias e prioridades estratégicas, lançaram mão de um planejamento estratégico.

Este documento, apresenta o Plano de Diretrizes Estratégicas do PROMOVE, fruto do referido planejamento estratégico, construído a partir do registro das contribuições, dos representantes do Ministério da Educação (MEC), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), com base nos **Termos de Referência do PROMOVE**.

A partir dos objetivos delineados para o programa, constantes dos seus termos de referência e da análise ambiental pertinente, foram estabelecidas a Visão e a Missão do PROMOVE, que por sua vez proporcionaram o estabelecimento de **Estratégias e Diretrizes** que devem nortear a implementação de ações estratégicas.

Assim, o presente plano, que leva em consideração o cenário atual, fornece os elementos necessários para o estabelecimento de prioridades estratégicas por parte dos órgãos gestores, bem como para elaboração de projetos específicos das IES que aderirem ao programa,

Entretanto, em virtude de constantes mudanças conjunturais, este plano é passível de revisões não constituindo-se, portanto, em um trabalho acabado.

O aprofundamento das estratégias e diretrizes pertinentes, demandará atenção e esforço do Comitê Diretor e Comissão Executiva do PROMOVE, quanto ao seu acompanhamento e avaliação permanentes.

PRESSUPOSTOS DO PLANO

O Plano de Diretrizes Estratégicas do PROMOVE baseia-se nos pressupostos abaixo citados:

Planejamento: É elaborado a partir das contribuições e aspirações dos responsáveis pela gestão do Programa.

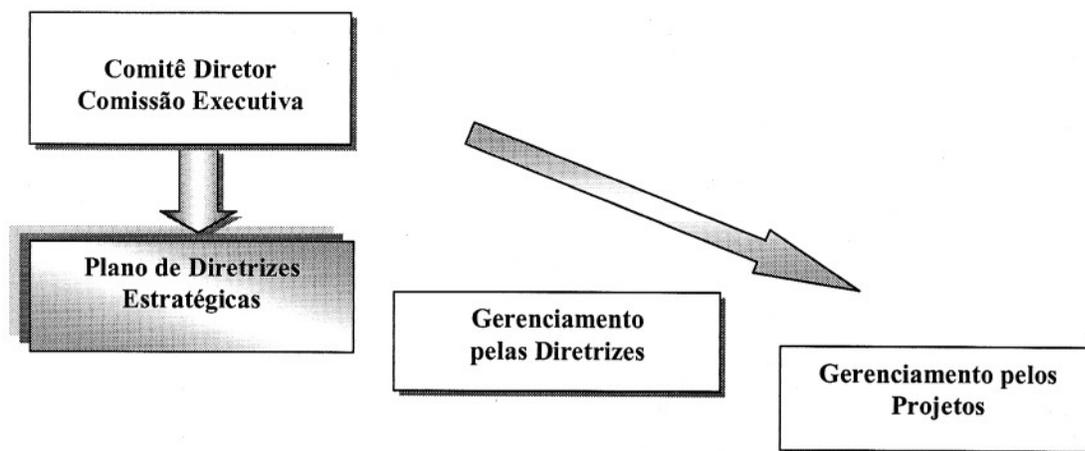
Gestão Compartilhada: Os órgãos, envolvidos na elaboração deste Plano, participarão do seu gerenciamento, tanto pelo caráter integrado das atividades quanto pelas suas iniciativas de estreitar as suas inter-relações.

OPERACIONALIZAÇÃO

Dimensões do Plano

O Plano de Diretrizes Estratégicas do PROMOVE possibilitará a implementação de um processo de gestão estratégica com as condições de acompanhamento e avaliação das metas estabelecidas, nas seguintes dimensões:

- **Plano Tático:** gerenciamento pelas Diretrizes;



- **Plano Operacional:** Gerenciamento pelas ações a serem implementadas nos projetos Institucionais.

Este enfoque confere ao Plano de Diretrizes as condições de acompanhamento sistemático das metas estabelecidas, em seus aspectos quantitativos e qualitativos, impedindo que haja distanciamento entre o que foi planejado estrategicamente e as atividades desenvolvidas nos projetos institucionais.

Processo de Gestão

O processo de gestão do PROMOVE será realizado por meio de um Comitê Diretor e uma Comissão Executiva

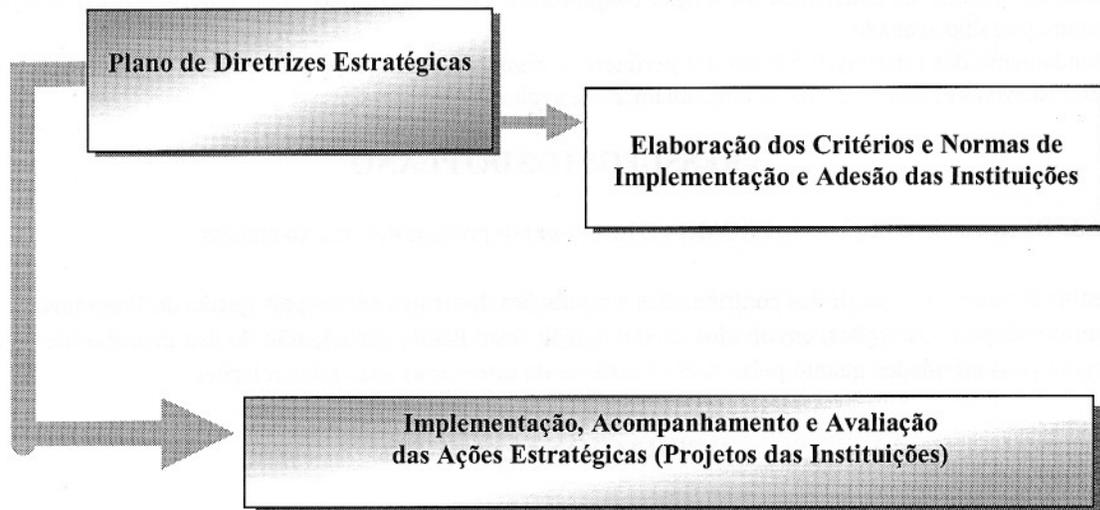
- Princípios Fundamentais de Gestão

- Adesão ao programa por meio de editais públicos;
- Adesão ao programa por meio da análise técnica de projetos institucionais;
- Estabelecimento de critérios para o acompanhamento e avaliação dos projetos;
- Estabelecimento de critérios para alocação de recursos;

Fases da Operacionalização

O desdobramento das **Diretrizes Estratégicas** deverá ser objeto de **Planos Específicos de Ações** que são, na realidade, os projetos de adesão das instituições que deverão participar do PROMOVE.

Embora o **PROMOVE** tenha os seus objetivos delineados, o modo de cumpri-los varia de acordo com a conjuntura e o elemento humano envolvidos.



Assim, com o objetivo de estabelecer a **Visão** e a **Missão** do **PROMOVE** são relacionados os **Objetivos** do Programa.

PREMISSAS DO PROMOVE

OBJETIVOS

Exprimem os alvos e características específicas de uma situação almejada para ser alcançada com o Programa, independente de restrições de tempo ou de recursos.

- Valorizar a engenharia, despertar vocações, recuperar a imagem da profissão de engenheiro e aumentar a eficiência das escolas;
- Dar suporte à elaboração de projetos político-pedagógicos que possibilitem a reestruturação curricular e a adequação da infra-estrutura das IES;
- Implementar mudanças nos cursos de engenharia do país apontados em processos nacionais de Avaliação;
- Contribuir para o aumento do nível de competitividade dos setores industrial e de serviços e da qualidade de vida, através do desenvolvimento da engenharia nacional.

VISÃO E MISSÃO DO PROMOVE

A Visão constitui-se num perfil de Programa almejado, definindo o que deve ser continuamente perseguido, que atenções devem ser dirigidas, focando esforços e prioridades na alocação de recursos com o objetivo de alcançar a situação desejável.

VISÃO

"O PROMOVE deverá contribuir para Modernizar e Valorizar as Engenharias, dotando de recursos humanos a academia e as empresas, tornando-as capazes de Absorver e Desenvolver Novas Tecnologias, contribuindo para o Aumento da Competitividade dos Setores Industrial e de Serviços na economia globalizada e para a Inclusão Social, objetivando maior Desenvolvimento Sócio-Econômico do País

A *Missão* é uma declaração de propósitos ampla e duradoura que individualiza e distingue a razão de ser do **PROMOVE**, identifica a área de atuação, e objetivos essenciais, definindo o que faz, para que e para quem faz.

MISSÃO

Dar Suporte à Educação em Engenharia, Promover a Inovação Tecnológica. Valorizar a Engenharia, Despertar vocações, Contribuir para a implementação da política industrial, tecnológica e de comércio exterior do país e Desenvolver a engenharia nacional em prol da melhoria da qualidade de vida da sociedade."

ESTRATÉGIAS

ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS

As estratégias institucionais são definidas na forma de **Objetivos Estratégicos** a serem alcançados para os quais serão definidas **Diretrizes** que orientam o estabelecimento de ações específicas a serem implementadas. **As Estratégias** são resumidas em **Macroobjetivos** obtidos dos subprogramas constantes nos Termos de Referência do PROMOVE.

MACROOBJETIVOS	DETALHAMENTO DAS ESTRATÉGIAS
1. REESTRUTURAÇÃO CURRICULAR	1. Apoiar o Desenvolvimento de Projetos Político-Pedagógicos.
2. PROJETOS DE ENSINO	2. Desenvolver projetos de ensino que permitam o aprender a aprender, despertando o espírito de investigação e empreendedor.
3. ESTÁGIOS	3. Promover estágios docente e discente para apropriação do conhecimento e potencialização de parcerias.
4. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO e INOVAÇÃO	4 a) Promover atividades de pesquisa nas universidades que incentivem a aplicação de conhecimentos teóricos a soluções práticas, promovendo a inovação tecnológica. b) Apoiar Planos Estratégicos de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação em instituições de pesquisa.
5. EDUCAÇÃO CONTINUADA	5. Promover ações que permitam a atualização profissional em áreas tecnológicas

6. PROJETOS COOPERATIVOS

6. a) Promover a integração entre a academia e os setores industrial e de serviços, através de projetos e atividades conjuntas,
- b) Promover a formação de Redes de Profissionais Seniores em Engenharia envolvendo: a academia, centros de Pesquisa e os setores industrial e de serviços;

7. ENSINO MÉDIO

7. Promover a interação entre o ensino médio, através da capacitação de professores e despertar no aluno o interesse pelas ciências básicas de apoio à engenharia.

IMPLEMENTAÇÃO**DIRETRIZES E SUBPROGRAMAS**

A cada estratégia estão associadas **Diretrizes Estratégicas**, que indicam como e de que forma, estes devem ser atingidos, permitindo uma orientação para a elaboração dos planos estratégicos de ações que deverão ser implementados no âmbito do respectivo **Subprograma**.

O **PROMOVE** está, portanto, organizado em 9 subprogramas orientados segundo as estratégias e diretrizes pertinentes.

ESTRATÉGIA 1 REESTRUTURAÇÃO CURRICULAR	DIRETRIZES
<p style="text-align: center;">SUB-PROGRAMA I</p> <p>APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS POLÍTICO-PEDAGÓGICOS - ADPP</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamento de forma participativa, das demandas locais regionais e nacionais de formação de engenheiros; 2. prospeção das demandas tecnológicas e tendências científicas conduzidas de forma integrada com o setor industrial e de serviços nas áreas de interesse; 3. definição o nível e a extensão da formação científica, tecnológica, gerencial e cultural do engenheiro empreendedor 4. capacitação dos corpos docente e técnico-administrativo para a elaboração e implementação dos novos projetos curriculares; 5. introdução de atividades complementares extra-sala de aula, no processo de ensino-aprendizagem, que proporcionem a síntese e a integração de conhecimentos; 6. implantação de laboratórios de ensino, para os núcleos básico, profissional e profissional específico em atendimento às diretrizes curriculares para um ensino de qualidade.
ESTRATÉGIA 2 PROJETOS DE ENSINO	DIRETRIZES
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolvimento e implementação de Novas Metodologias e Tecnologias de Apoio ao Ensino que explorem o aprender fazendo e despertem o senso crítico e a criatividade do aluno;

SUBPROGRAMA II

APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS DE ENSINO - ADPE

2. Produção de materiais didáticos que possibilitem a compreensão e aplicação de conceitos fundamentais;
3. Concepção de atividades curriculares que demonstrem a utilização da teoria em favor da solução de problemas reais, desenvolvendo uma cultura investigativa permanente no aluno;
4. Concepção de atividades curriculares que explorem abordagens multidisciplinares e sistêmicas de problemas da engenharia, considerando as relações entre o homem e o meio ambiente.

ESTRATÉGIA 3 ESTÁGIOS	DIRETRIZES
--------------------------	------------

SUBPROGRAMA III

APOIO AO ESTÁGIO DOCENTE E
DISCENTE - AEDD

1. Estágios e visitas técnicas para treinamento de docentes em Institutos ou Centros de P&D e Universidades no país e no exterior;
2. Estágios e visitas técnicas e treinamento de docentes e discentes em empresas dos setores industrial e de serviços no país e no exterior;
3. Missões de trabalho em comunidades carentes, como forma de despertar no profissional uma maior responsabilidade social;
4. Graduação Sanduíche: intercâmbio de estudantes com instituições do Brasil e do exterior.

ESTRATÉGIA 4 DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO	DIRETRIZES
---	------------

SUBPROGRAMA IV

APOIO A PROJETOS DE
DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA APDT

1. Projetos "hands-on", envolvendo alunos de graduação, como forma de incentivar a aplicação de conhecimentos teóricos à prática, promovendo a inovação tecnológica;
2. Projetos de inovação tecnológica que envolvam estudantes de graduação e de pós-graduação atuando em rede de cooperação com a iniciativa privada e demais entidades de ensino e pesquisa;
3. Projetos de extensão aplicados a demandas tecnológicas de pequenas e médias empresas;
4. Projetos de desenvolvimento de tecnologias apropriadas às realidades regionais vocacionados para o desenvolvimento econômico e social;

SUBPROGRAMA IX

APOIO AOS PLANOS ESTRATÉGICOS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO NAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA - APED

5. Formação e apoio ao funcionamento de Empresas Juniores para o desenvolvimento de ações empreendedoras de base tecnológica;
6. Projetos de implantação de Incubadoras de Base Tecnológica ou de parcerias com Incubadoras existentes;
7. Implantação de programas de pré-incubação de idéias objetivando induzir a geração de empreendimentos de base tecnológica;
8. Cooperação e parceria internacional em tecnologias limpas e avançadas;
9. Promoção da cultura de registro de patentes, marcas, software e desenhos industriais;
10. Desenvolvimento e institucionalização de mecanismos para a proteção da propriedade intelectual.

ESTRATÉGIA 5 EDUCAÇÃO CONTINUADA	DIRETRIZES
---	-------------------

SUBPROGRAMA V

APOIO À EDUCAÇÃO CONTINUADA - AEDC

1. Cursos de treinamento e aperfeiçoamento para docentes e discentes;
2. Cursos de atualização tecnológica de profissionais dos setores industrial e de serviços;
3. Utilização de novas metodologias de ensino à distância, possibilitando a atualização profissional no próprio local de trabalho.

ESTRATÉGIA 6 PROJETOS COOPERATIVOS	DIRETRIZES
---	-------------------

SUBPROGRAMAS V

APOIO À INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA E À FORMAÇÃO DE REDES ASSOCIADAS - AIRA

SUBPROGRAMAS VIII

REDES DE PROFISSIONAIS SENIORS EM ENGENHARIA -REDENGE

1. Projetos cooperativos de PD&I entre as instituições de ensino superior e empresas dos setores industrial e de serviço;
2. Apoio à mobilidade de professores, pesquisadores, alunos e engenheiros de empresas para participação em atividades conjuntas voltadas à inovação tecnológica;
3. Formação de rede cooperativa entre empresas, universidades, instituições nacionais e(ou) internacionais voltadas para ações de PD&I;
4. Missões de trabalho de docentes em instituições nacionais e internacionais e organismos de desenvolvimento de política de PD&I;
5. Ação continuada em estudos estratégicos e de prospecção tecnológica;

-
6. Apoio à capacitação, cursos, oficinas e à realização de eventos;
 7. Implementação de sistema de informações do PROMOVE e de Rede de Profissionais de Engenharia.

ESTRATÉGIA 7 ENSINO MÉDIO	DIRETRIZES
--------------------------------------	-------------------

SUBPROGRAMA VII

**APOIO À INTEGRAÇÃO COM O ENSINO O
MÉDIO - AIEM**

1. Estabelecimento de parcerias entre as universidades, municípios e estados para a capacitação de professores nas áreas de matemática, física, química e informática;
 2. Desenvolvimento de ações conjuntas entre as universidades e escolas do ensino médio buscando despertar no aluno o interesse pelas ciências exatas e a tecnologia;
 3. Desenvolvimento de inovações metodológicas que possibilitem um melhor aprendizado das ciências básicas e informática, buscando a utilização da teoria na solução de problemas reais;
 4. Apoio à realização de feiras de ciências nas escolas e atividades científicas e culturais;
 5. Desenvolvimento do interesse pela engenharia, através da divulgação das suas áreas de atuação e sua importância para o desenvolvimento sócio-econômico do país.
-